ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೩ ಸಂಚಿಕೆ ೨

ಮೈಸೂರು
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೭೧



ಕಾರ್ಲ್ ವಿಲ್‌ಹೆಲ್ಮ್ ಷೀಲೆ (1742–86)

ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೩   ಸಂಚಿಕೆ ೨

೧೦

ಏಪ್ರಿಲ್ ಸಂಚಿಕೆ

ಮೈಸೂರು
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೭೧

VIJNANA KARNATAKA, Kannada Quarterly of the *University of Mysore*. Volume 3, Number 2, April 1971.
Edited by J. R. Lakshmana Rao and Dr. B. N. Bole Gowda

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಹಾ. ಮಾ. ನಾಯಕ

ಸಂಪಾದಕರು

ಜೆ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

ಡಾ. ಬನ್ನೂರು ನಂ. ಬೋಳೇಗೌಡ

ಪ್ರಕಾಶಕರು

ಡಾ. ಪ್ರಭುಶಂಕರ

ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಮುದ್ರಕರು

ಎಚ್. ನರಸಣ್ಣ

ಡೆಪ್ಯೂಟಿ ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ

ವಿಷಯಸೂಚಿ

ಎಚ್. ಜಿ. ಸುಬ್ಬರಾವ್

ಕಾರ್ಲ್ ವಿಲ್‌ಹೆಲ್ಮ್ ಷೀಲೆ

ಮರಣ ಶಯ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಮದುವೆ ! ಸೋಜಿಗವೆನಿಸಿದರೂ ಸತ್ಯ. ಹಾಗೆ ನಡೆದಿದ್ದುಂಟು. ಸಂಧಿವಾತ ರೋಗಿಯೊಬ್ಬ ಸಾವಿನೊಡನೆ ಸೆಣಸುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ವಿಧವೆಯೊಬ್ಬಳನ್ನು ಲಗ್ನವಾಗುವುದಾಗಿ ಮಾತುಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾಗಿದೆ. ವಚನಪಾಲನೆಗಾಗಿ ಮತ್ತು ನಿರ್ವ್ಯಾಜ ಪ್ರೇಮದ ಕುರುಹಾಗಿ ಮದುವೆ ನಡೆಯಲೆಂದು ಅವರ ಬಯಕೆ. ಹಾಸಿಗೆಯ ಬಳಿಯೇ ಧರ್ಮಗುರುವೊಬ್ಬ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿಧಿಗಳನ್ನು ಪೂರಯಿಸಿ ದಾಂಪತ್ಯವನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದನು. ಮದುವೆ ನಡೆದು 48 ಗಂಟೆಗಳು ಕಳೆಯಿತು ಎನ್ನುವುದರಲ್ಲೇ ರೋಗಿಯು ಕೊನೆಯುಸಿರು ಎಳೆದ. ವಧು ಮತ್ತೆ ವಿಧವೆಯಾದಳು. ತನ್ನ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಸ್ವೀಡನ್ ದೇಶ ತಬ್ಬಲಿಯಾಯಿತು. ನಲವತ್ತುಮೂರರ ಪ್ರಾಯದ ಷೀಲೆ ಇಲ್ಲವಾದ. 1786ನೆಯ ಇಸವಿ ಮೇ 21ರ ದಿನಾಂಕ ಈ ದುರಂತ ನಡೆಯಿತು.

ಇಂದಿನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಸತ್ಸಂಪ್ರದಾಯಗಳಿವೆ. ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಪ್ರಯೋಗನಿರತರಾದ ಸಂಶೋಧಕರು ಒಂದೆಡೆ ಕಲೆತು ವಿಚಾರವಿನಿಮಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮತ್ತು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಈ ಗೋಷ್ಠಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವರದಿ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ದೀರ್ಘ ಚರ್ಚೆ ನಡೆದು ತಪ್ಪು ಒಪ್ಪುಗಳ ನಿರ್ದಾಕ್ಷಿಣ್ಯ ವಿಮರ್ಶೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಗೋಷ್ಠಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಂಡ ತರುಣ ಸಂಶೋಧಕರಿಗೆ ಇದರಿಂದ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನವಾಗಿ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ದೊರೆಯುವುದು. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪ್ರಕಟಣೆಯ ಹೊಣೆ ಹೊತ್ತ ನಿಯತಕಾಲಿಕಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ಲೇಖನಗಳು ಪ್ರಚಲಿತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಒಬ್ಬಾತ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿವರ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಓದುಗರನ್ನು ತಲಪುತ್ತದೆ. ಯಾರೂ ಕೃತಿಚೌರ್ಯದ ಸಾಹಸ ಮಾಡುವಂತಿಲ್ಲ. ಪ್ರಾಮಾಣಿಕತೆ, ವಸ್ತುನಿಷ್ಠೆ ಮತ್ತು ಸಹಕಾರಗಳಿಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರ ಇಂದು ಹೆಸರಾಗಿದೆ.

ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಗೊಂದಲ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಿದ್ದು ಇಂತಹ ಸರಳ ಸೌಲಭ್ಯಗಳ ಕೊರತೆ ತೀವ್ರವಾಗಿತ್ತು. ಒಂದು ಹೊತ್ತಗೆಯ ಪ್ರಕಟಣೆಗೆ ಸಾಕೆನಿಸು ವಷ್ಟು ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳು ಕೂಡುವ ತನಕ ಯಾರೂ ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿವರ ಗಳನ್ನು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ನಾಲ್ಕಾರು ಮಂದಿ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವುದು, ಅವರಲ್ಲಿ ಯಾರ ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಮುಂದಾಗಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತಿದ್ದುವೋ ಅವರಿಗೆ ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯದೊರೆತು ಉಳಿದವರ ಶ್ರಮ ನಿರರ್ಥಕವೆನಿಸಿ ನಿರಾಶೆಯಾಗುವುದು ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿತ್ತು. ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಶೋಧದ ಬಗ್ಗೆ ನಡೆದುದೂ ಇದೇ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದವನೆಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ನಾಗಿರುವವನು ಜೋಸೆಫ್ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ ಎಂಬ ಆಂಗ್ಲ ಪಾದ್ರಿ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ ಗಿಂತ ಒಂದೆರಡು ವರ್ಷಗಳ ಮುಂಚೆಯೇ ಷೀಲೆಯು ಅದನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದ್ದ. ವಿವಿಧ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಅದನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದುದಲ್ಲದೆ ಅದರ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಆಳವಾಗಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಿದ್ದ. ಆದರೆ ಅವನ ಪ್ರಯೋಗ ವಿವರಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿಗೆ ಆ ಗೌರವ ಸಲ್ಲಿಸಿಯಾಗಿತ್ತು. ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಶೋಧಕ್ಕಾಗಿ ಮಾನ್ಯತೆ ಸಿಗದಿದ್ದುದು ವಿಡಂಬನೆಯೆನಿಸಿದರೂ ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಗ್ರಗಣ್ಯ ಪ್ರಯೋಗ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೆಂದು ಷೀಲೆಯು ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾಗಿ ದ್ದಾನೆ. ತನ್ನ ಜೀವಿತವನ್ನೇ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ನಿವೇದಿಸಿಕೊಂಡು ದುಡಿದುದು ಅವನ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ.

ಸ್ವೀಡಿಷ್ ಪೊಮೆರೇನಿಯಾದ ಮುಖ್ಯ ಪಟ್ಟಣವಾದ ಸ್ಟ್ರಾಲ್‌ಸಂಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಇವನ ತಂದೆ ಜೋಕಿಮ್ ಕ್ರಿಸ್ಟಿಯನ್ ಷೀಲೆಯು ವ್ಯಾಪಾರಿಯಾಗಿದ್ದ. ಅವನಿಗೆ ಹನ್ನೊಂದು ಮಕ್ಕಳು–ಆರುಗಂಡು ಮತ್ತು ಐದು ಹೆಣ್ಣು. ಕಾರ್ಲ್ ವಿಲ್‌ಹೆಲ್ಮನೇ ಅವರಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕಿರಿಯವ. ಅವನು ಹುಟ್ಟಿದ್ದು 1742ನೆಯ ಇಸವಿ ಡಿಸೆಂಬರ್ 9 ರಂದು. ತಂದೆ ಜೋಕಿಮನು ಗೌರವಸ್ಥ ಮನೆತನದವನಾದರೂ ಸ್ಥಿತಿವಂತನಾಗಿರ ಲಿಲ್ಲ. ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪ್ರೌಢ ಶಿಕ್ಷಣ ಕೊಡಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಅವನಿಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಖಾಸಗಿ ಶಾಲೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ವಿಲ್‌ಹೆಲ್ಮನ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವಾಯಿತು. ಲ್ಯಾಟಿನ್ ಭಾಷೆಯ ಪರಿಚಯವಾದುದೂ ಇಲ್ಲಿಯೇ. ಸದಾ ಆಲೋಚನಾಮಗ್ನನಾಗಿ ವ್ಯಾಸಂಗನಿರತನಾಗಿದ್ದ ಈ ಹುಡುಗನ ಅಭಿರುಚಿಗಳು ಸಹಪಾಠಿಗಳ ಅಭಿರುಚಿ ಗಳಿಂದ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದುವು. ದೈನಂದಿನ ಶಾಲಾಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಕಲಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಹು ಚುರುಕಾಗಿದ್ದ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಲುವಾಗಿ ಅವನಿಗಿದ್ದ ಆಸಕ್ತಿ ಈ ಎಳೆಯ ವಯಸ್ಸಿ ನಲ್ಲಿಯೂ ಎದ್ದುಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು. ಏತನ್ಮಧ್ಯೆ ಕಾರ್ನಿಲಿಯಸ್ ಎಂಬ ಔಷಧ ವ್ಯಾಪಾರಿಯ ಪರಿಚಯವಾಯಿತು. ಅವನಿಂದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಬರೆಯುವುದನ್ನು ಕಲಿತ. ವೈದ್ಯರ ಕಡೆಯಿಂದ ಬಂದ ಔಷಧ ಸೂಚಿ ಚೀಟಿಗಳನ್ನು ಓದಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡು ಮದ್ದುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಕೊಡುವಷ್ಟು ಪರಿಶ್ರಮ ಉಂಟಾಯಿತು.

ವಿಲ್‌ಹೆಲ್ಮನು ಈ ವೃತ್ತಿಗೆ ಇಳಿಯಲು ಹಿರಿಯ ಬಂಧುಗಳ ಒತ್ತಾಸೆಯೇ ಕಾರಣವೆಂದು ತೋರುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಇವನ ಅಣ್ಣ ಜೋಹಾನ್ ಮಾರ್ಟಿನ್ನನ್ನೂ ಗೋಥೆನ್‌ಬರ್ಗಿನ ಗಂದಿಗೆ ಅಂಗಡಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಹಚ್ಚಿದ್ದರು. ಅದರ ಮಾಲೀಕನಾದ ಬಾಕ್ ಎಂಬುವವನು ಧಾರಾಳಿ ಮತ್ತು ಸತ್ಯಸಂಧನಾದ ವ್ಯಾಪಾರಿಯಾಗಿದ್ದ. ವಿಲ್‌ಹೆಲ್ಮನು ಇನ್ನೂ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಲಿಯುತ್ತಿದ್ದಾಗಲೇ ಮಾರ್ಟಿನ್ ತೀರಿಕೊಂಡ. ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ತರುವಾಯ, ಎಂದರೆ ವಿಲ್‌ಹೆಲ್ಮನಿಗೆ ಹದಿನಾಲ್ಕು ವರ್ಷ ತುಂಬಿದಾಗ, ದಯಾಳುವಾದ ಬಾಕನು ಅಣ್ಣನ ಸಾವಿನಿಂದ ತೆರವಾದ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಅವನ ತಮ್ಮನನ್ನೇ ತನ್ನ ಸಹಾಯಕನನ್ನಾಗಿ ನೇಮಿಸಿಕೊಂಡ. ಅಂದು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಗೊತ್ತಿದ್ದ ಬಹುತೇಕ ಔಷಧ ಮತ್ತಿತರ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಕರಗಳ ನಿಕಟ ಪರಿಚಯ ಷೀಲೆಗಾದುದು ಬಾಕನ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ. ಇದಲ್ಲದೆ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಒಂದು ಪುಸ್ತಕ ಭಂಡಾರವಿತ್ತು. ನ್ಯೂಮನ್, ಲೆಮರಿ, ಕುಂಕೆಲ್ ಮೊದಲಾದ ಹೆಸರಾಂತ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕೃತಿಗಳನ್ನು ಓದುವ ಸದವಕಾಶ ವಿಲ್‌ಹೆಲ್ಮನಿಗೆ ಇಲ್ಲಿ ದೊರೆಯಿತು. ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಚಿತವಾಗಿದ್ದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದ. ತನ್ನ ಹಿರಿಯ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೂ ಕಠಿನವೆನಿಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಈ ಹುಡುಗ ಲೀಲಾಜಾಲವಾಗಿ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ. ಇದರಿಂದ ಲಭ್ಯವಾದ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ನೈಪುಣ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣಾಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮುಂದೆ ಅವನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಭದ್ರ ತಳಹದಿಯಾದುವು. ಷೀಲೆಯ ತಂದೆತಾಯಿಗಳಿಗೆ ಬಾಲಕನ ಪ್ರಗತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ವರದಿಮಾಡುತ್ತಾ ಬಾಕನು "ನಿಮ್ಮ ಹುಡುಗ ತುಂಬಾ ಚೂಟಿಯಾಗಿದ್ದಾನೆ. ವಯಸ್ಸಿಗೆ ಮೀರಿ ದುಡಿಯುತ್ತಾನೆ. ಅವನ ಪ್ರಯೋಗ ತಲ್ಲೀನತೆ ಹಿರಿಯ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳನ್ನು ನಾಚಿಸುವಂತಿದೆ. ವಿಶ್ರಾಂತಿಯಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ನಿದ್ದೆಯಲ್ಲಿ ಕಳೆಯಬೇಕಾದ ವೇಳೆಯಲ್ಲೂ ವ್ಯಾಸಂಗ ಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತಾನೆ. ಇದರಿಂದ ಅವನ ಆರೋಗ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ನನಗೆ ಬಹಳ ಆತಂಕವಾಗಿದೆ" ಎಂದು ಬರೆಯುತ್ತಿದ್ದನಂತೆ.

1765ರ ಸುಮಾರಿಗೆ ವೃದ್ಧನಾದ ಬಾಕನು ತನ್ನ ಅಂಗಡಿಯನ್ನು ಬೇರೊಬ್ಬರಿಗೆ ಮಾರಿದುದರಿಂದ ನಿರುದ್ಯೋಗಿಯಾದ ಷೀಲೆಯು ಮ್ಯಾಲ್ಮೊ ನಗರದ ಕೆಲ್‌ಸ್ಟ್ರೋಮ್ ಎಂಬ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ಗಂದಿಗೆ ವ್ಯಾಪಾರಿಯ ಬಳಿ ಕೆಲಸ ಹಿಡಿದ. ಮ್ಯಾಲ್ಮೊನಗರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಷೀಲೆಯ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಆದ್ಯಂತ ಗಮನಿಸಿದ ಅವನ ಮಿತ್ರ ರೆಟ್ಸಿಯಸ್ ಅವನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹವ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೀಗೆ ಬಣ್ಣಿಸಿದ್ದಾನೆ: "ಷೀಲೆಯ ಪ್ರತಿಭೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆಗಳಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿತ್ತು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೇರಾವ ಉಪಶಾಖೆಯಲ್ಲೂ ಅವನಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಆಸಕ್ತಿಯಿರಲಿಲ್ಲ. ಅವನ ಜ್ಞಾಪಕ ಶಕ್ತಿ ಅಸಾಧಾರಣವಾದುದು. ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅಂಕಿ ಅಂಶ

ಗಳೆಂದರೆ ತೀರಿತು, ಅವನು ಅವುಗಳನ್ನು ಮನನಮಾಡದೆ ಬಿಡುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಮ್ಯಾಲ್ಮೋದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅವನ ಅಲ್ಪ ವೇತನದ ಬಹುಪಾಲು ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕೊಳ್ಳಲು ವಿನಿಯೋಗವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಕೊಂಡ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ತಿರುವಿ ಹಾಕಿದರೆ ಸಾಕು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿದ್ದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅವನು ಮರೆಯುತ್ತಲೇ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಆ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಅವನು ಎಂದೂ ಎರಡನೆಯ ಬಾರಿ ಓದಿದ್ದನ್ನು ನಾನು ಕಾಣಲಿಲ್ಲ. ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಶಿಕ್ಷಣ ಕಂಡವನಲ್ಲ. ಸಿದ್ಧಾಂತಪ್ರಿಯನಾಗಿರದ ಅವನು ಆತುರದಲ್ಲಿ ತೀರ್ಮಾನ ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಪ್ರಯೋಗಶೀಲನಾದ ಅವನಿಗೆ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವುದೇ ಒಂದು ಗೀಳು. ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದನೇ ವಿನಾ ತಕ್ಷಣ ನಿರೂಪಣೆಗೆ ತವಕಪಡುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಅವನು ಮನಸ್ವಿ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ. ಅದರಲ್ಲಿ ಯಾವ ಪೂರ್ವಸಿದ್ಧತೆಯಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಗುರಿಯಾಗಲೀ ಕಾಣಬರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಕಟ್ಟುಬಿದ್ದವರು ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪೂರ್ವಗ್ರಹ ಪೀಡಿತರಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ತಮ್ಮ ನಿಯೋಜಿತ ತತ್ವಕ್ಕೆ ಇಂಬುಕೊಡುವ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅವರು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದರಿಂದ ಅನೇಕ ಹೊಸ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅಂತಹವರು ಗಮನಿಸದೇ ಹೋಗುವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ಷೀಲೆಯು ಇಂತಹ ಮಡಿ ವಂತಿಕೆಗೆ ದಾಸನಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ತೆರೆದ ಮನಸ್ಸಿನಿಂದ ಅವಲೋಕಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಷೀಲೆಯ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಇತರರಿಗೆ ಗೋಚರಿಸದ ಅಂಶಗಳು ಬೀಳು ತ್ತಿದ್ದುವು. ಅವನು ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪೂರ್ಣ ಪಾಠವನ್ನು ಬರೆದಿಡುವಂತೆ ಒಮ್ಮೆ ನಾನು ಅವನಿಗೆ ಸಲಹೆಯಿತ್ತೆ. ಅದರಂತೆ ಷೀಲೆಯು ತಯಾರಿಸಿದ ವರದಿಯನ್ನು ಓದಿ ನನಗೆ ಅಚ್ಚರಿಯಾಯಿತು. ಅದೊಂದು ಸುದೀರ್ಘವೂ ಮತ್ತು ಸಂಪೂರ್ಣವೂ ಆದ ಯಾದಿಯಾಗಿತ್ತು. ಹಾಗಿತ್ತು ಅವನ ಅಲೌಕಿಕ ಜ್ಞಾಪಕಶಕ್ತಿ".

1768ರಲ್ಲಿ ಷೀಲೆಯ ವಸತಿ ಸ್ಟಾಕ್‌ಹೋಮಿಗೆ ಬದಲಾಯಿತು. ಷಾರೆನ್‌ಬರ್ಗ್ ಎಂಬ ಗಂದಿಗೆ ವ್ಯಾಪಾರಿಯು ತನ್ನ ಅಂಗಡಿಯ ಉಸ್ತುವಾರಿಗೆ ಇವನನ್ನು ನೇಮಿಸಿಕೊಂಡ. ಮ್ಯಾಲ್ಮೊದಲ್ಲಿದ್ದಷ್ಟು ಪ್ರಯೋಗ ಸೌಕರ್ಯಗಳು ಇಲ್ಲಿರಲಿಲ್ಲ. ಅವನು ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಕೊಠಡಿಗೆ ಒಂದು ವಿಶಾಲವಾದ ಕಿಟಕಿಯಿತ್ತು. ಅದರ ಮೂಲಕ ಬಿಸಿಲು ಧಾರಾಳವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತಿತ್ತು. ಕಿಟಕಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಕ್ಲೋರೈಡಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬಿಸಿಲಿನ ದೆಸೆಯಿಂದ ಅದು ವಿಭಜಿತವಾಗಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣ ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಬೆಳ್ಳಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಇಡೀ ವಸ್ತು ಕಪ್ಪಾಗಿಬಿಡುತ್ತಿತ್ತು. ಸೌರರೋಹಿತದ (**Solar spectrum**) ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳು ಬೆಳ್ಳಿಯ ಕ್ಲೋರೈಡಿನ ವಿಭಜನಾವೇಗವನ್ನು ಹೇಗೆ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುವು ಎಂಬುದನ್ನು ಷೀಲೆ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದುದು ಹೀಗೆ. ಮುಂದೆ ಈ ಶೋಧವು ಛಾಯಾಗ್ರಹಣತಂತ್ರಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾಯಿತು.

ಸಂಶೋಧಕನೆಂದು ಅವನ ಹೆಸರನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ನಾವು

ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಕಾಣುವುದು ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ. ಮಿತ್ರ ರೆಟ್ಸಿಯಸ್ಸನೊಂದಿಗೆ ಟಾರ್ಟರ್ ಕ್ರೀಮನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಅದರಲ್ಲಿ ಅದುವರೆಗೂ ಗೊತ್ತಿರದ ಆಮ್ಲ ವೊಂದಿದೆಯೆಂದು ಪತ್ತೆಮಾಡಿ ಹೊಸ ಆಮ್ಲದ ಗುಣಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದ. ಅದೇ ಟಾರ್ಟಾರಿಕಾಮ್ಲ. ಆಗಿನ ವೈದ್ಯ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಟಾರ್ಟರ್ ಕ್ರೀಮನ್ನು (ಕೆನೆ) ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಕಬ್ಬಿಣದೊಡನೆ ಕುದಿಸಿ ಒಂದು ಕಷಾಯ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ ಮದ್ದಿನ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರವಾಗಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಿದ ಷೀಲೆಯು ತನ್ನ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಡನ್ನಿನ ವಿಜ್ಞಾನ ಅಕ್ಯಾಡಮಿಗೆ ವರದಿಮಾಡಿದ. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನಿನ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ್ದ. ನಿರವಯವ ಆಮ್ಲಗಳಾದ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೊಕ್ಲೋರಿಕಾಮ್ಲಗಳು ಅದೂ ಸಾರರಿಕ್ತವಾಗಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಸತು, ಕಬ್ಬಿಣ ಮತ್ತು ತವರಗಳನ್ನು ವಿಲೀನಮಾಡಿಕೊಂಡು ತಮ್ಮಲ್ಲಿದ್ದ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲವು ಎಂದು ಆಗ ನಂಬಲಾಗಿತ್ತು. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ತಜ್ಞನೆನಿಸಿದ್ದ ಹೆನ್ರಿ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷನ ಅಭಿಪ್ರಾಯವೂ ಸಹಾ ಇದೇ ಆಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಸಾವಯವ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದಲೂ ಕಬ್ಬಿಣವು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡ ಬಲ್ಲುದು ಎಂದು ತೋರಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಷೀಲೆಯದು. ಇಷ್ಟಲ್ಲದೆ ಕೇವಲ ನೀರಿನ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣವು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುವಂತಹ ಉಪಕರಣ ವನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿ ಅದರ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಆ ವರದಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ್ದ. ಅಕ್ಯಾಡೆಮಿ ಯವರು ಕೃತಿಯನ್ನು ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಆತನ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಪ್ರತಿಕೂಲವಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಷೀಲೆಯ ವರದಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಆಕ್ಸಲೇಟನ್ನು ಕುರಿತ ಅವನ ಎರಡನೆಯ ಪ್ರಬಂಧಕ್ಕೂ ಇದೇ ಗತಿಯಾಯಿತು. ಯಥಾಪ್ರಕಾರ ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನ ವಿರೋಧ ದಿಂದ ಅದು ಪ್ರಕಟವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಲು ಅವರಿಬ್ಬರ ನಡುವೆ ಇದ್ದ ಯಾವುದೋ ವೈಮನಸ್ಯ ಕಾರಣವಿರಬೇಕೆಂದು ಭಾವಿಸಬಾರದು. ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿ ಬೇರೆಯಾಗಿತ್ತು. ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ ಸಂಭಾವಿತ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ, ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರ ಮೊದ ಲಾದ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಉದ್ದಾಮ ಪಂಡಿತ ಎನಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಬಂದ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಷಯನಿರೂಪಣೆಯ ಶೈಲಿಗೆ ಪ್ರಾಧಾನ್ಯ ನೀಡುತ್ತಿದ್ದ ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನಿಗೆ ಷೀಲೆಯ ತೇಪೆ ಕೆಲಸ ಹಿಡಿಸದಿದ್ದುದು ಸಹಜವಾಗಿತ್ತು. ಪ್ರಯೋಗ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಮಂಜಸವಾಗಿ ಹೆಣೆದು ಸಿದ್ಧಾಂತ ನಿರೂಪಣೆಯ ಗೋಜಿಗೆ ಎಂದೂ ಹೋಗದ ಷೀಲೆಯ ಕೃತಿ ಮೂಲೆಗುಂಪಾದುದು ಈ ಕಾರಣದಿಂದ. ಮುಂದೆ ಪ್ರಸಂಗ ವಶಾತ್ ಭೆಟ್ಟಿಯಾದ ಷೀಲೆ ಮತ್ತು ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನರು ಆಜೀವ ಪರ್ಯಂತ ಗೆಳೆಯರಾಗಿದ್ದು ದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಈ ಘಟನೆ ಚೋದ್ಯವೆನಿಸದಿರದು.

ತನ್ನ ಪ್ರಬಂಧಗಳು ಸ್ವೀಡಿಷ್ ಅಕ್ಯಾಡೆಮಿಯಿಂದ ತಿರಸ್ಕೃತವಾದದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ಮನನೊಂದ ಷೀಲೆಯು ಸ್ಟಾಕ್‌ಹೋಮ್ ನಗರವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಪ್ಸಾಲದಲ್ಲಿ

ಲಾಕ್ ಎಂಬುವವನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದ ಫಾರ್ಮಸಿಯಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕನ ಕೆಲಸ ಹಿಡಿದ. ಈ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದ ಷೀಲೆಗೆ ಪ್ರಯೋಜನವಾಯಿತು ಎನ್ನಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯದು ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನ ಪರಿಚಯ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣನಾದವನು ಗಾನ್. ಅವನು ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನ ಸಹಾಯಕನಾಗಿದ್ದ. ಸ್ಟಾಕ್‌ಹೋಮಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೇ ಷೀಲೆಗೂ ಮತ್ತು ಗಾನನಿಗೂ ಪರಿಚಯವಾಗಿತ್ತು. ಷೀಲೆಯ ಸಂಶೋಧನಾಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಗಾನನು ಬಹುವಾಗಿ ಮೆಚ್ಚಿಕೊಂಡಿದ್ದ. ನೈಟರನ್ನು (ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ನೈಟ್ರೇಟ್) ಪ್ರಬಲವಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಜಲಾಕರ್ಷಕ ಗುಣವುಳ್ಳ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ನೈಟ್ರೈಟ್ ಬರುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ವಿಟ್ರಿಯಲ್ ಆಮ್ಲದೊಂದಿಗೆ (ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲ) ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಕಂದು ಧೂಮ ಉಂಟಾಯಿತು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಬಂದಿದ್ದ ನೈಟ್ರಸಾಮ್ಲವು ಭಾಗಶಃ ವಿಭಜಿತವಾಗಿ ಕಂದುಬಣ್ಣದ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಾಗಿತ್ತು. ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದು ತಿಳಿಯದ ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನು ಗಾನನ ಸಲಹೆಯಪ್ರಕಾರ ಷೀಲೆಯನ್ನು ಸಂಧಿಸಿದ. ಷೀಲೆಯು ಮ್ಯಾಲ್ಮೊದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೇ ಈ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿ ಅದರ ವಿವರಣೆ ಕಂಡುಕೊಂಡಿದ್ದ. ಷೀಲೆಯ ಪ್ರತಿಭೆಯಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತನಾದ ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನು ಅವನ ಗೆಳೆಯನಾದ. ಈ ಗೆಳೆತನ ಆಜೀವಪರ್ಯಂತ ಹಸುರಾಗಿತ್ತು. ಇವರಿಬ್ಬರಲ್ಲಿ ಯಾರು ಗುರು, ಯಾರು ಶಿಷ್ಯ ಎಂದು ಹೇಳಲು ಬರುವಂತಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಪ್ರಯೋಗ ನಿಖರತೆಯನ್ನು ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನು ಷೀಲೆಯಿಂದ ಕಲಿತನೆಂಬುದೂ, ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನಿಂದ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಷೀಲೆಯ ಅರಿವು ಹೆಚ್ಚಿತೆಂಬುದೂ ನಿರ್ವಿವಾದವೆಂದು ರಿಟ್ಸಿಯಸ್ ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ.

ಷೀಲೆಯು ಕಪ್ಪು ಮ್ಯಾಗ್ನೀಸಿಯಾ (Magnesia Nigra) ಕುರಿತು ಶೋಧ ನಡೆಸಲು ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ನನೇ ಸಲಹೆಯಿತ್ತುದು. ಜರ್ಮನ್ ಖನಿಜತಜ್ಞರು ಅದನ್ನು 'ಪೈರೊಲುಸೈಟ್' ಎಂದೂ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಗಣಿ ಉದ್ಯಮಿಗಳು 'ವ್ಯಾಡ್' ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಪೈರೊಲುಸೈಟಿಗೆ ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಾನಿನ ಆಕರ್ಷಣೆ ಹೆಚ್ಚೆಂದು (ಇಂದಿನ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿ) ಷೀಲೆಗೆ ಅನುಭವವಾಯಿತು. (ಅಪಕರ್ಷಣಕಾರಿಯಾದ) ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಾನಿನ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾಗಿ ನಿರ್ವರ್ಣ (ಮ್ಯಾಂಗನಸ್) ಲವಣಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಾನ್ ಇರದ ಲವಣಗಳ (ಮ್ಯಾಂಗನಿಕ್) ದ್ರಾವಣಗಳಾದರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಬಣ್ಣವಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಷೀಲೆಯ ವಿವರಣೆಯಾಗಿತ್ತು. ಪೈರೊಲುಸೈಟು ಸಲ್ಫ್ಯೂರಸಾಮ್ಲದೊಡನೆ ವರ್ತಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಮ್ಯಾಂಗನಸ್ ಡೈಥಯೊನೇಟಿನ (MnS_2O_6) ದ್ರಾವಣವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ತನ್ನ ವಾದವನ್ನು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಿದ. ಸಸ್ಯಬೂದಿಗೆ ನೈಟರ್ ಸೇರಿಸಿ ಬೆಳ್ಳಿಯ ತಗಡಿನ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಊದುಗೊಳವೆಯ ಜ್ವಾಲೆಯಿಂದ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಹಸುರುಬಣ್ಣದ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಮ್ಯಾಂಗನೇಟಾಯಿತು (K_2MnO_4). ಈ ಹಸುರು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ

ಬೂದಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಬ್ಬಿಣವು ಕಾರಣವೆಂದು ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ ಬಗೆದಿದ್ದ. ಆದರೆ ಹಸುರು ವಸ್ತುವು ಆಮ್ಲಗಳ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಕೆಂಪಾಗುವುದೆಂದು ($KMnO_4$) ಷೀಲೆ ತೋರಿಸಿದ. ಪೈರೊಲುಸೈಟ್, ಸಕ್ಕರೆ ಮತ್ತು ಸಾರರಿಕ್ತ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಶುದ್ಧವಾದ ವಿನಿಗಾರ್ (ಅಸೆಟಿಕಾಮ್ಲ) ಉಂಟಾಯಿತು. ಮ್ಯಾಂಗನಸ್ ಕಾರ್ಬೊನೇಟನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಪೈರೊಫಾರಿಕ್ ಮ್ಯಾಂಗನಸ್ ಆಕ್ಸೈಡ್ ದೊರೆಯಿತು. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ಷೀಲೆಗೆ ಪೈರೊಲುಸೈಟಿನಲ್ಲಿ ಹೊಸಲೋಹ (ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್) ವೊಂದಿರಬೇಕೆಂದು ಸಂಶಯ ಬಂದರೂ ಮುಂದುವರಿಯಲಿಲ್ಲ. ಈ ಲೋಹವನ್ನು ಮೊದಲು ಪತ್ತೆಮಾಡಿದವನು ಗಾನ್ (1774), ತರುವಾಯ ರಿಸ್ಮನ್ನನು ಸುಟ್ಟ ಪೈರೊಲುಸೈಟನ್ನು ಎಣ್ಣೆಯೊಂದಿಗೆ ತೀವ್ರವಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿ ಇದನ್ನು ಪಡೆದನೆಂದು ವರದಿ. 1774ನೆಯ ವರ್ಷದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಷೀಲೆಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಪೈರೊಲುಸೈಟಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಚೂರ್ಣವಿದೆಯೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು. ಇದೇ ಬೆರೈಟಾ. ಇದರಿಂದ ಬೇರಿಯಂ ನೈಟ್ರೇಟ್ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರೈಡುಗಳನ್ನು ಷೀಲೆಯು ತಯಾರಿಸಿದ. ಇವು ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲ ಅಥವಾ ಸಲ್ಫೇಟಿನ ದ್ರಾವಣಗಳೊಡನೆ ಬಿಳಿಯ ಒತ್ತರ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದುವು. ಆದುದರಿಂದ ಸಲ್ಫೇಟುಗಳಿಗೆ ಇದೊಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರೀಕ್ಷಾ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಬಲ್ಲದು ಎಂದು ಷೀಲೆಗೆ ಅನಿಸಿತು. ಈ ಹೊತ್ತೂ ನಾವು ಸಲ್ಫೇಟ್ ಲವಣಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಹಚ್ಚುವುದು ಹೀಗೆಯೇ. ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ ತನಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದ ಪೈರೊಲುಸೈಟಿನ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಬೆರೈಟಾ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ಸಂಯೋಜಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿತ್ತು. ಹೆವಿಸ್ಪಾರಿನ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಆದರ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಷೀಲೆ ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ.

1773ರ ಮಾರ್ಚಿ 28ರಂದು ಗಾನನಿಗೆ ಬರೆದ ಷೀಲೆಯ ಪತ್ರದಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೀನಿನ ಉಲ್ಲೇಖವಿದೆ. ಪೈರೊಲುಸೈಟನ್ನು ತಣ್ಣನೆಯ ಲವಣಾಮ್ಲದಲ್ಲಿ (ಹೈಡ್ರೊಕ್ಲೋರಿ ಕಾಮ್ಲ) ವಿಲೀನ ಗೊಳಿಸಿದರೆ ದಟ್ಟ ಕಂದು ಬಣ್ಣದ ದ್ರಾವಣವಾಯಿತು. ಮ್ಯಾಂಗನೀಸಿನ ಒಂದು ಉನ್ನತ ಕ್ಲೋರೈಡಿನಿಂದ ಹೀಗಾಗಿತ್ತು. ಅದನ್ನು ರಿಟಾರ್ಟಿನಲ್ಲಿಟ್ಟು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ರಾಜಾಮ್ಲದ (**aqua regia**) ವಾಸನೆಯುಳ್ಳ ಹಸುರು–ಹಳದಿ ಮಿಶ್ರಬಣ್ಣದ ಅನಿಲ ಹೊರಬಿತ್ತು. ಇದನ್ನು ಶೇಖರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಚೀಲವು ಹಳದಿ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿತು. ಕಾರ್ಕುಗಳನ್ನು ಅದು ಘಾಸಿಪಡಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಶಾಶ್ವತ ಚಲುವೆ ಗುಣ ಹೊಂದಿತ್ತು. ಇದರೊಡನೆ ವರ್ತಿಸದ ಲೋಹವಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಮೋನಿಯಾದೊಡನೆ ದಟ್ಟವಾದ ಬಿಳಿಯಧೂಮ (ಅಮೋನಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್) ಉಂಟಾಯಿತು. ಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಸೋಡಾ ದ್ರಾವಣದೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಉಪ್ಪು ಉಂಟಾಯಿತು (**NaCl**). ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಕ್ಲೋರೇಟ್ ಮತ್ತು ಹೈಪೊಕ್ಲೋರೈಟುಗಳನ್ನು ಷೀಲೆಯು ಗಮನಿಸದಿದ್ದುದು ಅಚ್ಚರಿಯ ಸಂಗತಿ.

ಫ್ಲೂರ್ ಸ್ಪಾರಿನ ಮೇಲೆ (ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಫ್ಲೋರೈಡ್) ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲದ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಷೀಲೆಯು ಮೂರು ಪ್ರಬಂಧಗಳನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ. 1771ರಲ್ಲಿ ಷೀಲೆಯು ಮಾಡಿದ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದರ ತೂಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗದೆ ಮಿನುಗುವ ಗುಣ ಮಾತ್ರ ಮಾಯವಾಯಿತು. ಗಾಜಿನ ರಿಟಾರ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರನ್ನು ಸಾರಯುತ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲ ದೊಡನೆ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅಶುದ್ಧವಾದ ಆಮ್ಲೀಯ ಅನಿಲವೊಂದು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಯಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರು ಈ ಆಮ್ಲದ (ಹೈಡ್ರೊ ಫ್ಲೋರಿಕಾಮ್ಲ) ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಲವಣ ವಿರಬೇಕೆಂದು ಷೀಲೆಯು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಅನಿಲವು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟ್ರ ಫ್ಲೋರೈಡ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಫ್ಲೋರೈಡುಗಳ ಮಿಶ್ರಣವಾಗಿತ್ತು. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಫ್ಲೋರೈಡಿಗೆ ಗಾಜನ್ನು ತಿಂದು ಹಾಕುವ ಗುಣವಿದ್ದುದರಿಂದ ಅದರೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟ್ರ ಫ್ಲೋರೈಡಾಗಿತ್ತು. ಈ ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ನೀರಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಸಿಲಿಕಾ ಲೋಳೆಯಂತೆ ಒತ್ತರಿಸಿತು. ಆದುದರಿಂದ ನೀರು ಮತ್ತು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟ್ರಫ್ಲೋರೈಡುಗಳ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ಸಿಲಿಕಾ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಷೀಲೆಯು ಭಾವಿಸಿದ. ಹೀಗೆ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿಗಿಂತ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಮುಂಚೆಯೇ ಷೀಲೆಯು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟ್ರಫ್ಲೋರೈಡ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಫ್ಲೋರೈಡ್ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ್ದ. ಹೈಡ್ರೊಫ್ಲೋರಿಕ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೊಫ್ಲೋಸಿಲಿಸಿ ಕಾಮ್ಲಗಳ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅವನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಕಾರ್ಬೋನೇಟಿನೊಡನೆ ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರನ್ನು ಕರಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ವಿಭಜಿತವಾಗುವುದೆಂದು ರುಜುವಾತು ಮಾಡಿದ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಆದ್ಯತೆಯು ಷೀಲೆಗೇ ಸಲ್ಲಬೇಕೆಂದು ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿಯೇ ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಿದ್ದಾನೆ. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಫ್ಲೋರೈಡಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ರಿಟಾರ್ಟ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಶುದ್ಧವಾದ ಹೈಡ್ರೊಫ್ಲೋರಿಕಾಮ್ಲ ಬರುವುದೆಂದು ಮೆಯರನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಅವನ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿದ ಷೀಲೆಯು ಈ ಆಮ್ಲದ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ತವರದ ರಿಟಾರ್ಟನ್ನು ಬಳಸಲಡ್ಡಿಯಿಲ್ಲವೆಂದು ತೋರಿಸಿದ. 1786ರಲ್ಲಿ ಅವನು ಪ್ರಚುರಪಡಿಸಿದ ಮೂರನೆಯ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಇದರ ಪ್ರಸ್ತಾಪವಿತ್ತು.

ಷೀಲೆಯಿಂದ ರಂಜಕದ ಶೋಧವಾದುದು 1774ರಲ್ಲಿ. ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರನ್ನು ಕುರಿತ ಅವನ ಪ್ರಬಂಧದ ಅಡಿ ಟಿಪ್ಪಣಿಯಲ್ಲಿ "ಎಲುಬು ಮತ್ತು ಕೊಂಬುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಚೂರ್ಣವು ರಂಜಕಾಮ್ಲವೊಂದು ಸುಣ್ಣದೊಡನೆ ಸಂಯೋಜಿಸಿದಾಗ ಬಂದದ್ದು ಎಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ" ಎಂದು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ. ಕೊಂಬಿನ ಬೂದಿಯನ್ನು (ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಆರ್ಥೊಪಾಸ್ಫೇಟ್) ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನಗೊಳಿಸಿ

ಬೂದಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಬ್ಬಿಣವು ಕಾರಣವೆಂದು ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ ಬಗೆದಿದ್ದ. ಆದರೆ ಹಸುರು ವಸ್ತುವು ಆಮ್ಲಗಳ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಕೆಂಪಾಗುವುದೆಂದು ($KMnO_4$) ಷೀಲೆ ತೋರಿಸಿದ. ಪೈರೊಲುಸೈಟ್, ಸಕ್ಕರೆ ಮತ್ತು ಸಾರರಿಕ್ತ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಶುದ್ಧವಾದ ವಿನಿಗಾರ್ (ಅಸೆಟಿಕಾಮ್ಲ) ಉಂಟಾಯಿತು. ಮ್ಯಾಂಗನಸ್ ಕಾರ್ಬೊನೇಟನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಪೈರೊಫಾರಿಕ್ ಮ್ಯಾಂಗನಸ್ ಆಕ್ಸೈಡ್ ದೊರೆಯಿತು. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ಷೀಲೆಗೆ ಪೈರೊಲುಸೈಟಿನಲ್ಲಿ ಹೊಸಲೋಹ (ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್) ವೊಂದಿರಬೇಕೆಂದು ಸಂಶಯ ಬಂದರೂ ಮುಂದುವರಿಯಲಿಲ್ಲ. ಈ ಲೋಹವನ್ನು ಮೊದಲು ಪತ್ತೆಮಾಡಿದವನು ಗಾನ್ (1774), ತರುವಾಯ ರಿನ್ಮನ್ನನು ಸುಟ್ಟ ಪೈರೊಲುಸೈಟನ್ನು ಎಣ್ಣೆಯೊಂದಿಗೆ ತೀವ್ರವಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿ ಇದನ್ನು ಪಡೆದನೆಂದು ವರದಿ. 1774ನೆಯ ವರ್ಷದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಷೀಲೆಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಪೈರೊಲುಸೈಟಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಚೂರ್ಣವಿದೆಯೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು. ಇದೇ ಬೆರೈಟಾ. ಇದರಿಂದ ಬೇರಿಯಂ ನೈಟ್ರೇಟ್ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರೈಡುಗಳನ್ನು ಷೀಲೆಯು ತಯಾರಿಸಿದ. ಇವು ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲ ಅಥವಾ ಸಲ್ಫೇಟಿನ ದ್ರಾವಣಗಳೊಡನೆ ಬಿಳಿಯ ಒತ್ತರ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದುವು. ಆದುದರಿಂದ ಸಲ್ಫೇಟುಗಳಿಗೆ ಇದೊಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರೀಕ್ಷಾ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಬಲ್ಲದು ಎಂದು ಷೀಲೆಗೆ ಅನಿಸಿತು. ಈ ಹೊತ್ತೂ ನಾವು ಸಲ್ಫೇಟ್ ಲವಣಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಹಚ್ಚುವುದು ಹೀಗೆಯೇ. ಬರ್ಗ್‌ಮನ್ ತನಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದ ಪೈರೊಲುಸೈಟಿನ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಬೆರೈಟಾ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ಸಂಯೋಜಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿತ್ತು. ಹೆವಿಸ್ಪಾರಿನ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಷೀಲೆ ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ.

1773ರ ಮಾರ್ಚಿ 28ರಂದು ಗಾನನಿಗೆ ಬರೆದ ಷೀಲೆಯ ಪತ್ರದಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೀನಿನ ಉಲ್ಲೇಖವಿದೆ. ಪೈರೊಲುಸೈಟನ್ನು ತಣ್ಣನೆಯ ಲವಣಾಮ್ಲದಲ್ಲಿ (ಹೈಡ್ರೊಕ್ಲೋರಿಕಾಮ್ಲ) ವಿಲೀನಗೊಳಿಸಿದರೆ ದಟ್ಟ ಕಂದು ಬಣ್ಣದ ದ್ರಾವಣವಾಯಿತು. ಮ್ಯಾಂಗನೀಸಿನ ಒಂದು ಉನ್ನತ ಕ್ಲೋರೈಡಿನಿಂದ ಹೀಗಾಗಿತ್ತು. ಅದನ್ನು ರಿಟಾರ್ಟಿನಲ್ಲಿಟ್ಟು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ರಾಜಾಮ್ಲದ (**aqua regia**) ವಾಸನೆಯುಳ್ಳ ಹಸುರು–ಹಳದಿ ಮಿಶ್ರಬಣ್ಣದ ಅನಿಲ ಹೊರಬಿತ್ತು. ಇದನ್ನು ಶೇಖರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಚೀಲವು ಹಳದಿ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿತು. ಕಾರ್ಕುಗಳನ್ನು ಅದು ಘಾಸಿಪಡಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಶಾಶ್ವತ ಚಲುವೆ ಗುಣ ಹೊಂದಿತ್ತು. ಇದರೊಡನೆ ವರ್ತಿಸದ ಲೋಹವಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಮೋನಿಯಾದೊಡನೆ ದಟ್ಟವಾದ ಬಿಳಿಯಧೂಮ (ಅಮೋನಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್) ಉಂಟಾಯಿತು. ಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಸೋಡಾ ದ್ರಾವಣದೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಉಪ್ಪು ಉಂಟಾಯಿತು (NaCl). ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಕ್ಲೋರೇಟ್ ಮತ್ತು ಹೈಪೊಕ್ಲೋರೈಟುಗಳನ್ನು ಷೀಲೆಯು ಗಮನಿಸದಿದ್ದುದು ಅಚ್ಚರಿಯ ಸಂಗತಿ.

ಫ್ಲೂರ್ ಸ್ಪಾರಿನ ಮೇಲೆ (ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಫ್ಲೋರೈಡ್) ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲದ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಷೀಲೆಯು ಮೂರು ಪ್ರಬಂಧಗಳನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ. 1771ರಲ್ಲಿ ಷೀಲೆಯು ಮಾಡಿದ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದರ ತೂಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗದೆ ಮಿನುಗುವ ಗುಣ ಮಾತ್ರ ಮಾಯವಾಯಿತು. ಗಾಜಿನ ರಿಟಾರ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರನ್ನು ಸಾರಯುತ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲ ದೊಡನೆ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅಶುದ್ಧವಾದ ಆಮ್ಲೀಯ ಅನಿಲವೊಂದು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಯಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರು ಈ ಆಮ್ಲದ (ಹೈಡ್ರೊಫ್ಲೋರಿಕಾಮ್ಲ) ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಲವಣ ವಿರಬೇಕೆಂದು ಷೀಲೆಯು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಅನಿಲವು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟ್ರ ಫ್ಲೋರೈಡ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಫ್ಲೋರೈಡುಗಳ ಮಿಶ್ರಣವಾಗಿತ್ತು. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಫ್ಲೋರೈಡಿಗೆ ಗಾಜನ್ನು ತಿಂದು ಹಾಕುವ ಗುಣವಿದ್ದುದರಿಂದ ಅದರೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟ್ರ ಫ್ಲೋರೈಡಾಗಿತ್ತು. ಈ ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ನೀರಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಸಿಲಿಕಾ ಲೋಳೆಯಂತೆ ಒತ್ತರಿಸಿತು. ಆದುದರಿಂದ ನೀರು ಮತ್ತು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟ್ರಫ್ಲೋರೈಡುಗಳ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ಸಿಲಿಕಾ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಷೀಲೆಯು ಭಾವಿಸಿದ. ಹೀಗೆ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿಗಿಂತ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಮುಂಚೆಯೇ ಷೀಲೆಯು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟ್ರಫ್ಲೋರೈಡ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಫ್ಲೋರೈಡ್ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ್ದ. ಹೈಡ್ರೊಫ್ಲೋರಿಕ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೊಫ್ಲೋಸಿಲಿಸಿಕಾಮ್ಲಗಳ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅವನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಕಾರ್ಬೊನೇಟಿನೊಡನೆ ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರನ್ನು ಕರಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ವಿಭಜಿತವಾಗುವುದೆಂದು ರುಜುವಾತು ಮಾಡಿದ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಆದ್ಯತೆಯು ಷೀಲೆಗೇ ಸಲ್ಲಬೇಕೆಂದು ಪ್ರೀಸ್ಲಿಯೇ ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಿದ್ದಾನೆ. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಫ್ಲೋರೈಡಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ರಿಟಾರ್ಟ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಶುದ್ಧವಾದ ಹೈಡ್ರೊಫ್ಲೋರಿಕಾಮ್ಲ ಬರುವುದೆಂದು ಮೆಯರನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಅವನ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿದ ಷೀಲೆಯು ಈ ಆಮ್ಲದ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ತವರದ ರಿಟಾರ್ಟನ್ನು ಬಳಸಲಡ್ಡಿಯಿಲ್ಲವೆಂದು ತೋರಿಸಿದ. 1786ರಲ್ಲಿ ಅವನು ಪ್ರಚುರಪಡಿಸಿದ ಮೂರನೆಯ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಇದರ ಪ್ರಸ್ತಾಪವಿತ್ತು.

ಷೀಲೆಯಿಂದ ರಂಜಕದ ಶೋಧವಾದುದು 1774ರಲ್ಲಿ. ಫ್ಲೂರ್‌ಸ್ಪಾರನ್ನು ಕುರಿತ ಅವನ ಪ್ರಬಂಧದ ಅಡಿ ಟಿಪ್ಪಣಿಯಲ್ಲಿ "ಎಲುಬು ಮತ್ತು ಕೊಂಬುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಚೂರ್ಣವು ರಂಜಕಾಮ್ಲವೊಂದು ಸುಣ್ಣದೊಡನೆ ಸಂಯೋಜಿಸಿದಾಗ ಬಂದದ್ದು ಎಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ" ಎಂದು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ. ಕೊಂಬಿನ ಬೂದಿಯನ್ನು (ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಆರ್ಥೊಫಾಸ್ಫೇಟ್) ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನಗೊಳಿಸಿ

ಬಂದ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಜಿಪ್ಸಂ (ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್) ಒತ್ತರಿಸಿತು. ಇದನ್ನು ಸೋಸಿ ಬಂದ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಇಂಗಿಸಲಾಯಿತು. ದೊರೆತ ಪುಡಿಯನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ ಮಂದವಾದ ದ್ರವಸ್ಥಿತಿಗೆ ಇಂಗಿಸಿದಾಗ ಫಾಸ್ಫಾರಿಕಾಮ್ಲವಾಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಇದ್ದಿಲು ಪುಡಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅದು ಅಪಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ರಂಜಕದ ಆವಿಯಾಯಿತು. ಇದನ್ನು ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ರಕ್ಷಾಲೇಪನ ಪಡೆದಿರುವ ಗಾಜಿನ ರಿಟಾರ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿದನು. ಅಲ್ಲದೆ ಎಲುಬಿನ ಬೂದಿಯನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ಕಾಯಿಸಿಯೂ ಫಾಸ್ಫಾರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದೆಂದು ಅವನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದ. ಮೈಕ್ರೊಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಲವಣದಲ್ಲಿ ಸೋಡ ಇದೆಯೆಂಬ ಶೋಧವೂ ಷೀಲೆಯದೇ.

ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಸಲ್ಫೈಡ್ದಾದ (MoS_2) 'ಮಾಲಿಬ್ಡಿನೈಟ್' ಖನಿಜವು ಶುದ್ಧ ಕಾರ್ಬನ್ನಿನ ರೂಪವಾದ ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟನ್ನು ತುಂಬಾ ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡೂ ಬೇರೆಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳೆಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿದವನು ಷೀಲೆ (1778). 1754ರಲ್ಲಿ ಮಾಲಿಬ್ಡಿನೈಟನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದ ಆ್ಯಂಡರ್‌ಸನ್ನನು ಅದರಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣ, ತವರ ಮತ್ತು ಅಧಿಕಾಂಶ ಗಂಧಕವಿರುವುದೆಂದು ಸೂಚಿಸಿದ್ದರೂ ಅದು ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾದ ವಸ್ತುವೆಂದು ಗುರುತಿಸಿರಲಿಲ್ಲ. ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ಕುದಿಸಿದಾಗ ಸೀಮೆಯ ಸುಣ್ಣವನ್ನು ಹೋಲುವ ಬಿಳಿಯ ಪುಡಿ ದೊರೆಯಿತು. ಆ್ಯಂಡರ್‌ಸನ್ನನು ಇದನ್ನು ತವರದ ಆಕ್ಸೈಡೆಂದು ತಪ್ಪಾಗಿ ತಿಳಿದಿದ್ದ. "ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಚೂರ್ಣ" ಎಂದು ಷೀಲೆಯು ಹೆಸರಿಸಿದ ಈ ಪುಡಿಗೆ ಅಮ್ಲಾಯ ಗುಣವಿತ್ತು. ಪೊಟ್ಯಾಷ್ ದ್ರಾವಣದೊಡನೆ ಕುದಿಸಿದಾಗ ಲವಣದ ಹರಳುಗಳಾದುವು. ಚೂರ್ಣವು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಟ್ರಯಾಕ್ಸೈಡಾಗಿತ್ತು (MoO_3). ಇದನ್ನು ಇದ್ದಲು ಅಥವಾ ತೈಲದೊಂದಿಗೆ ತೀವ್ರವಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದು ಅಪಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಲೋಹದ ಕಪ್ಪು ಪುಡಿಯಾಯಿತು. ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಲೋಹವನ್ನು ಸಾಂದ್ರರೂಪಕ್ಕೆ ತರುವ ತಂತ್ರ ಗೊತ್ತಿರದ ಷೀಲೆಯು ಅದನ್ನು ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಲೋಹ ಎಂದು ಗುರುತಿಸಲಾರದೇ ಹೋದ. ಮುಂದೆ ಇದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಬೇರೊಬ್ಬರಿಗೆ ಸಂದಿತು.

ಕಾರ್ಬನ್ನಿನ ಸ್ಫಟಿಕ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟ್ ಒಂದು, ವಜ್ರ ಮತ್ತೊಂದು. ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟಿನಿಂದ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಗೀರಿದಾಗ ಕಪ್ಪು ಗೆರೆ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಸೀಸಕ್ಕೂ ಈ ಗುಣವಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟಿನಲ್ಲಿ ಸೀಸವಿರಬಹುದೆಂಬ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಯಿಂದ ಅದನ್ನು 'ಪ್ಲಂಬೆಗೊ' (ಪ್ಲಂಬಂ = ಸೀಸ) ಎಂದು ಕರೆದರು. ಇದರ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಷೀಲೆಯು ಸಂಶೋಧಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟನ್ನು ನೈಟರಿನೊಂದಿಗೆ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದು ಉತ್ಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಕಾರ್ಬನ್‌ಡಯಾಕ್ಸೈಡಾಯಿತು.

ಸ್ವಲ್ಪ ಕಬ್ಬಿಣದ ಆಕ್ಸೈಡು ಉಳಿಯಿತು. ಅದೇ ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟನ್ನು ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನ ಮಾಡಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಕಬ್ಬಿಣವು ಮಾತ್ರ ದ್ರಾವಣವಾಗಿ ಶುದ್ಧ ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟ್ ಉಳಿಯಿತು. ಇದರಿಂದ ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟು ಕಾರ್ಬನ್ನಿನ ಒಂದು ಭಿನ್ನ ರೂಪ, ಇದಕ್ಕೂ ಸೀಸಕ್ಕೂ ಯಾವ ಸಂಬಂಧವೂ ಇಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಖಚಿತ ವಾಯಿತು.

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಟಂಗ್ಸ್ಟೇಟ್ ($CaWO_4$) ಎಂಬ ಖನಿಜ ಸಿಕ್ಕುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಕೆಲವರು ಕಬ್ಬಿಣದ ಅದಿರೆಂದೂ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವರು ತವರದ ಸಂಯುಕ್ತವೆಂದೂ ನಂಬಿದ್ದರು. ಆದರೆ 1781ರಲ್ಲಿ ಷೀಲೆಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಖನಿಜದ ನಿಜ ಸ್ವರೂಪ ಬಯಲಾಯಿತು. ಈ ಖನಿಜವನ್ನು ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ಕುದಿಸಿದಾಗ ಹಳದಿ ಪುಡಿ ಉಂಟಾಯಿತು. ಇದು ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್ ಟ್ರಯಾಕ್ಸೈಡಾಗಿತ್ತು (WO_3). ಇದಕ್ಕೆ ಆಮ್ಲೀಯ ಗುಣವಿದೆ. ಮೂಲ ಖನಿಜದಲ್ಲಿ ಇದು ಸುಣ್ಣದೊಡನೆ ಸೇರಿದೆ ಎಂದು ಷೀಲೆ ತರ್ಕಿಸಿದ. ಅಲ್ಲದೆ ಅದರ ಅನೇಕ ಲವಣಗಳನ್ನೂ ತಯಾರಿಸಿದ. ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಮತ್ತು ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್ ಟ್ರಯಾಕ್ಸೈಡುಗಳನ್ನು ಸತು, ತವರ, ಅಥವಾ ಕಬ್ಬಿಣದೊಡನೆ ಲವಣಾಮ್ಲದ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅವು ನೀಲಿ ಬಣ್ಣ ತಳೆದವು. ಲೋಹ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲದ ವರ್ತನೆಯಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದ ನವಜಾತ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನು ಟ್ರಯಾಕ್ಸೈಡುಗಳನ್ನು Mo_3O_8 ಮತ್ತು W_2O_5 ಅಣು ಸೂತ್ರಗಳುಳ್ಳ ನೀಲಿಯ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳಿಗೆ ಅಪಕರ್ಷಿಸಿದ್ದರಿಂದ ಹೀಗಾಯಿತು. ಷೀಲೆಯು ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್ ಆಕ್ಸೈಡನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರೂ ಅದನ್ನು ಅಪಕರ್ಷಿಸಿ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್ ಲೋಹವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಿಲ್ಲ. ಎರಡು ವರ್ಷದ ತರುವಾಯ ಇಬ್ಬರು ಸ್ಪ್ಯಾನಿಷ್ ಸಹೋದರರು ಈ ಕಾರ್ಯ ಸಾಧಿಸಿದರು. ಆದರೂ ಷೀಲೆಯ ಗೌರವಾರ್ಥ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಟಂಗ್ಸ್ಟೇಟ್ ಖನಿಜವನ್ನು 'ಷೀಲೈಟ್' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ಈ ಹೆಸರು ಇಂದೂ ಉಳಿದಿದೆ.

ಷೀಲೆಯು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದ ಮೂರನೆಯ ಲೋಹಾಮ್ಲವೆಂದರೆ ಆರ್ಸೆನಿಕಾಮ್ಲ (H_3AsO_4). ಇದರ ಶೋಧವಾದದ್ದು 1775ರಲ್ಲಿ. ಬಿಳಿ ಆರ್ಸೆನಿಕನ್ನು (As_2O_3) ಲವಣಾಮ್ಲದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನಗೊಳಿಸಿ ಆ ದ್ರಾವಣವು ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲ ಅಥವಾ ಕ್ಲೋರೀನಿನ ದ್ರಾವಣದೊಡನೆ ವರ್ತಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಆರ್ಸೆನಿಕಾಮ್ಲವು ದೊರೆಯಿತು. ಷೀಲೆಯು ಇದರ ಲವಣಗಳಾದ ಆರ್ಸಿನೇಟುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನಲ್ಲದೆ, ಆರ್ಸೀನ್ (AsH_3) ಅನಿಲವನ್ನೂ ಕುರಿತು ವಿವರವಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾನೆ. ಆರ್ಸೆನಿಕಾಮ್ಲವು ಸತುವಿನೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಈ ಅನಿಲ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಗಾಳಿಯೊಡನೆ ಬೆರೆಸಿ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದು ವಿಭಜಿಸುವುದು. ಆಗ ಒಂದು ಕಪ್ಪು ನಿಕ್ಷೇಪ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ" ಎಂದು ಷೀಲೆ ಬಣ್ಣಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಇಂದು ನಾವು ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಟ್ರಿಯಾಕ್ಸೈಡು ಒಂದು ಉಗ್ರ ವಿಷ. ಇದರ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಸಾವುಂಟಾಗಿದೆ ಎಂಬ ಅನುಮಾನ ಬಂದರೆ ಶವದ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲಾಗುವುದು. ಅದನ್ನು ಪರಿಶುದ್ಧವಾದ ಸತು ಮತ್ತು ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲಗಳ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟರೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ನವಜಾತ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನು ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಟ್ರಿಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಆರ್ಸೀನಿಗೆ ಅಪಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಅನಿಲವನ್ನು ಒಂದು ಕಾದ ಗಾಜಿನ ನಾಳದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆಗ ಅಷ್ಟೇನೂ ಸ್ಥಿರವಲ್ಲದ ಆರ್ಸೀನು ವಿಭಜಿಸಿ ಆರ್ಸೆನಿಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಆವಿಯು ನಾಳದ ತಣ್ಣನೆಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಿಸುವುದರಿಂದ ಆ ಭಾಗವು ಕಪ್ಪಿಡುತ್ತದೆ. ಆ್ಯಂಟಿಮನಿ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೂ ಇಂತಹದೇ ಕಪ್ಪು ಸಂಗ್ರಹ ಕೊಡುವುದರಿಂದ ಇವೆರಡನ್ನೂ ಪರಸ್ಪರ ಗುರುತಿಸಲು ಸೋಡಿಯಂ ಹೈಪೊಕ್ಲೋರೈಟಿನ ದ್ರಾವಣದಿಂದ ತೊಳೆಯುವುದು ರೂಢಿ. ಕಪ್ಪು ನಿಕ್ಷೇಪ ವಿಲೀನವಾಗಿ ಮಾಯವಾದರೆ ಅದು ಆರ್ಸೆನಿಕ್; ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಆ್ಯಂಟಿಮೊನಿ. ಲೇಶಮಾತ್ರ ಆರ್ಸೆನಿಕನ್ನೂ ಹೀಗೆ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಬಹುದು. ಇದೇ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ 'ಮಾರ್ಷನ ಪರೀಕ್ಷಾ ಪ್ರಯೋಗ'. ಇದಕ್ಕೆ ಷೀಲೆಯ ಮೂಲಪ್ರಯೋಗವೇ ಪ್ರೇರಕವಾಯಿತೆನ್ನಬಹುದು.

ತಾಮ್ರದ ಸಲ್ಫೇಟಿನ ದ್ರಾವಣವು ಅಮೋನಿಯಂ ಆರ್ಸೆನೈಟಿನೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಹಸುರುಬಣ್ಣದ ಕ್ಯುಪ್ರಿಕ್ ಆರ್ಸೆನೈಟು ($Cu\ H\ AsO_3$) ಒತ್ತರಿಸುವುದು. ಹಸರು ಪೆಯಿಂಟುಗಳಲ್ಲಿ ಇವನ್ನು ಬಳಸುವುದುಂಟು. ಇದನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದವನು ಷೀಲೆಯಾದುದರಿಂದ ಈ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು 'ಷೀಲೆಯ ಹಸುರು' ಎಂದು ಇಂದಿಗೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಉಪ್ಪಿನಿಂದ ಸೋಡಾ ತಯಾರಿಸುವ "**ಲಿಥಾರ್ಜ್ ವಿಧಾನ**"ದ ಕರ್ತೃ ಸಹಾ ಷೀಲೆಯೆಂಬುದು ಗಮನಾರ್ಹ. ಲಿಥಾರ್ಜೆಂಬುದು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಸೀಸದ ಮಾನಾಕ್ಸೈಡು. ಇದನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪುಡಿಮಾಡಿ ಅಡಿಗೆ ಉಪ್ಪಿನ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಕದಡಿ ಒಂದು ಆಲಿಯ ಮೂಲಕ ಜಿನುಗಲು ಬಿಡಲಾಯಿತು. ಆಗ ಸೀಸದ ಆಕ್ಸಿಕ್ಲೋರೈಡೆಂಬ ಹಳದಿ ವಸ್ತುವು ಒತ್ತರಿಸಿ ಆಲಿಕೆಯಲ್ಲೇ ಉಳಿಯಿತು. ಸೋಡಿಯಂ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸೈಡಿನ ದ್ರಾವಣ ಇಳಿಯಿತು. ಅದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಸೋಡಿಯಂ ಕಾರ್ಬೊನೇಟಾಯಿತು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉಪ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಸೀಸದ ಆಕ್ಸಿಕ್ಲೋರೈಡನ್ನು ವರ್ಣದ್ರವ್ಯವಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದೆಂದು ಸೂಚಿಸಿ ಅದರ ಹಕ್ಕನ್ನು ದಕ್ಕಿಸಿಕೊಂಡವನು ಜೇಮ್ಸ್ ಟರ್ನರ್ (1780). ಷೀಲೆಗೆ ಇಂತಹ ವ್ಯವಹಾರ ಚಾತುರ್ಯವಿರಲಿಲ್ಲ. ಮೇಲಾಗಿ ಅವನಿಗೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯೂ ಕಡಮೆ. ಕೇವಲ ಆತ್ಮತೃಪ್ತಿಗಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಷೀಲೆಗೆ ಇದು ಹೊಳೆಯದೇ ಹೋದುದು ಸಹಜವೇ.

ದಹ್ಯಾನಿಲಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಷೀಲೆಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನನ್ನು ವಿವಿಧ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದ. ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್ ಲೋಹವು ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾದಾಗ, ದಾಹಕಕ್ಷಾರ (Caustic alkali)ವನ್ನು ಇದ್ದಿಲಿನೊಡನೆ ಕುದಿಸಿದಾಗ, ಸತುವನ್ನು ದಾಹಕಕ್ಷಾರ ಅಥವಾ ಅಮೋನಿಯಾ ದ್ರಾವಣದೊಡನೆ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ, ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನು ಉಂಟಾಗುವುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದ. ಲೋಹಗಳಿಂದ ಹೀಗೆ ಪಡೆದ ದಹ್ಯಾನಿಲವು (ಹೈಡ್ರೊಜನ್) ವಿಷವಸ್ತುವಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದ್ದಿಲಿನ ಅಪೂರ್ಣ ದಹನದಿಂದ ಒದಗುವ ದಹ್ಯಾನಿಲವು (ಕಾರ್ಬನ್ ಮಾನಾಕ್ಸೈಡ್) ವಿಷ. ಅದರಿಂದ ತಲೆಶೂಲೆ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಅದನ್ನು ರಕ್ತವು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಹೀರಿ ಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಸಾವು ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದೂ ಷೀಲೆಯ ಸಂಶೋಧನೆಯೇ. ಗಂಧಕದ ದಹ್ಯಾನಿಲ (ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಸಲ್ಫೈಡ್)ದ ತಯಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಗುಣಗಳ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಷೀಲೆಯು ವಿವರಪೂರ್ಣ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದ್ದಾನೆ. "ಸಲ್ಫೈಡುಗಳು ಅದರಲ್ಲೂ ಫೆರಸ್ ಸಲ್ಫೈಡು ಆಮ್ಲಗಳೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಸಲ್ಫೈಡು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವುದು. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನಿನ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಗಂಧಕವನ್ನು ಉರಿಸಿ ಇದನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಇದು ದುರ್ವಾಸನೆ ಬೀರುತ್ತದೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ದ್ರಾವ್ಯ, ಬಂಧಿತಗಾಳಿ (ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್)ಯಂತೆ ಸುಣ್ಣದ ತಿಳಿನೀರನ್ನು ಹಾಲಿನಂತೆ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರ ಬದಲು ಹೀರಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದಿಂದ ಉತ್ಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಗಂಧಕದ ಒತ್ತರವನ್ನು ಕೊಡುವುದು. ಆರ್ಸೆನಿಕನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ದ್ರಾವಣಗಳಿಂದ ಆರ್ಪಿಮೆಂಟನ್ನು (ಹಳದಿಬಣ್ಣದ ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಟ್ರೈಸಲ್ಫೈಡ್) ಒತ್ತರಿಸಬಲ್ಲದು" ಎಂದು ಷೀಲೆ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಸಲ್ಫೈಡಿನ ಈ ಲಕ್ಷಣಗಳು ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತ.

ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರ್‌ಸಲ್ಫೈಡ್ (H_2S_2) ತಯಾರಿಸಿದವರಲ್ಲಿ ಷೀಲೆಯೇ ಮೊದಲಿಗ. ಕ್ಷಾರದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾದ ಗಂಧಕದ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ತುಂಬಾ ಆಮ್ಲ ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಗಂಧಕದ ದಹ್ಯಾನಿಲದಷ್ಟು ದುರ್ನಾತ ಬೀರದ ಒಂದು ವಸ್ತು ಅವತರಿಸಿತು. ಇದು ಎಣ್ಣೆಯಂತಿದ್ದು ಕ್ರಮೇಣ ಗಟ್ಟಿಯಾಯಿತು. ಇದೇ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರ್‌ಸಲ್ಫೈಡು.

"ಸಾರಯುತ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ನೈಟ್ರಸ್ ಧೂಮಗಳು ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ನಮ್ಮ ಮನೆಯ ಕಿಟಕಿಗಳ ಬಳಿ ಕೂಡುವ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗಳಂತಹ ಹರಳು ರೂಪದ ವಸ್ತು ಉಂಟಾಗುವುದು" ಎಂಬ ಷೀಲೆಯ ಉಲ್ಲೇಖ ನೈಟ್ರೊಸೊ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿ ಕಾಮ್ಲಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದು. ಇದೇ ವಸ್ತು ಕೋಷ್ಠವಿಧಾನದಿಂದ (Chamber Process) ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವಾಗ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದೆಂದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ.

ಕಾರ್ಬೋನೇಟುಗಳು (ಉದಾ : Na_2CO_3) ಕಾರ್ಬಾನಿಕಾಮ್ಲದ ಒಂದು ಅಣು (H_2CO_3) ವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಲೋಹದಿಂದ ಪಲ್ಲಟಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ಆಗುವ ಲವಣಗಳು. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಭಾಗಶಃ ಪಲ್ಲಟಿತವಾದರೆ ಬೈಕಾರ್ಬೋನೇಟುಗಳು (ಉದಾ: $NaHCO_3$) ಆಗುತ್ತವೆ, ಎಂದು ಷೀಲೆ ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ಗ್ರಹಿಸಿದ್ದ. ಲವಣಗಳಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಾಯ, ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಾಯ ಮತ್ತು ನಾರ್ಮಲ್ ಎಂಬ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಉಂಟು ಎಂಬುದು ಅವನಿಗೆ ಗೊತ್ತಿತ್ತು. ಕಬ್ಬಿಣವು ಫೆರಸ್ ಮತ್ತು ಫೆರಿಕ್ ಸಲ್ಫೇಟುಗಳೆಂಬ ಎರಡು ಶ್ರೇಣಿಯ ಲವಣಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಫೆರಸ್ ಸಲ್ಫೇಟ್ ಮತ್ತು ಅಮೋನಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟುಗಳ ದ್ರಾವಣಗಳನ್ನು ಒಂದುಗೂಡಿಸಿ ಇಂಗಿಸಿದರೆ ಫೆರಸ್ ಅಮೋನಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್ ಎಂಬ ($FeSO_4 \cdot (NH_4)_2\ SO_4 \cdot 6\ H_2O$) ಯುಗ್ಮಲವಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವನು ಗಮನಿಸಿದ್ದ. ಅಂದರೆ ಯುಗ್ಮಲವಣಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವೂ ಅವನಿಗೆ ಗೊತ್ತಿತ್ತು ಎಂದಾಯಿತು.

ಕೊಬಾಲ್ಟ್ ಕ್ಲೋರೈಡು ಸಂಯೋಜಿತ ಜಲವುಳ್ಳ ಸ್ಫಟಿಕರೂಪದ ವಸ್ತು. ಅದರ ಅಣುಸೂತ್ರ $CoCl_2 \cdot 6H_2O$. ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಘನ. ತುಂಬಾ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕೊಬಾಲ್ಟ್ ಕ್ಲೋರೈಡನ್ನು ವಿಲೀನ ಮಾಡಿದರೆ ದ್ರಾವಣದ ತಿಳಿ ಊದಾಬಣ್ಣ ಗೋಚರಿಸದೆ ನಿರ್ವರ್ಣವಾಗಿಯೇ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಲೇಖನಿಯನ್ನು ಅದ್ದಿ ಬಿಳಿಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬರೆದರೆ ಬರೆವಣಿಗೆ ಅದೃಶ್ಯವಾಗಿರುವುದು. ಕಾಗದವನ್ನು ಶಾಖಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಿದರೆ ಸುಮಾರು 120° ಸೆಂ.ನಲ್ಲಿ ನಿರ್ಜಲ ಕೊಬಾಲ್ಟ್ ಕ್ಲೋರೈಡಿನ ನೀಲಿಯ ಬಣ್ಣ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ 'ಅಗೋಚರ ಮಸಿ' ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಷೀಲೆಯೂ ಇದೇ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿದ್ದ.

ಬೋರ್ಯಾಕ್ಸ್ ಪುಡಿಯನ್ನು ಬುನ್ಸೆನ್ ಜ್ವಾಲೆಯ ನಿರ್ವರ್ಣ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅದು ಉಬ್ಬಿ, ತನ್ನ ಸಂಯೋಜಿತ ಜಲವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಅನಂತರ ಪಾರದರ್ಶಕವಾದ ಗಾಜಿನ ಮಣಿಯಂತಹ ಉಂಡೆಯಾಗುವುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳು ವಿಲೀನವಾದರೆ ಬೋರ್ಯಾಕ್ಸ್ ಮಣಿಗೆ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಪೂರ್ಣ ಬಣ್ಣಗಳು ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುವುವು. ಇದೇ ಮಣಿಗಳನ್ನು ಬುನ್‌ಸೆನ್ ಜ್ವಾಲೆಯ ಅಪಕರ್ಷಕ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಬಣ್ಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದು. ಈ ಬೋರ್ಯಾಕ್ಸ್ ಮಣಿ ಪರೀಕ್ಷಾ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳಲ್ಲಿದ್ದ ಮೂಲ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಇದರ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಗಳು ಮುಂದಿನ ಪುಟದಲ್ಲಿರುವ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿವೆ.

ಷೀಲೆಯೂ ಸಹಾ ಉದುಗೊಳವೆಯ ಜ್ವಾಲೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಇದೇ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದನೆಂದು ಒಂದು ವರದಿ. ಲೋಹದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅವನಿಗಿದ್ದ ಪರಿಚಯ ನಿಕಟವಾಗಿತ್ತು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಇನ್ನೊಂದು ಸಂದರ್ಭ

ಆಕ್ಸೈಡಿನಲ್ಲಿರುವ ಲೋಹ	ತಾಮ್ರ	ಕಬ್ಬಿಣ	ಕ್ರೋಮಿಯಂ	ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್	ಕೊಬಾಲ್ಟ್	ನಿಕ್ಕಲ್
ಬುನ್‌ಸೆನ್ ಜ್ವಾಲೆಯ ಉತ್ಕರ್ಷಕ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಯಿದಾಗ	ನೀಲಿ	ಹಳದಿ	ದಟ್ಟ ಹಸುರು	ನೇರಿಳೆ	ದಟ್ಟನೀಲಿ	ಕೆಂಗಂದು
ಬುನೆಸೆನ್ ಜ್ವಾಲೆಯ ಅಪಕರ್ಷಕ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ	ಕೆಂದು	ತಿಳಿ ಹಸುರು	ದಟ್ಟ ಹಸುರು	ನಿರ್ವರ್ಣ	ದಟ್ಟನೀಲಿ	ಬೂದು

ವನ್ನು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಸೀಸದ ಕೆಂಪು ಆಕ್ಸೈಡನ್ನು (Pb_3O_4) ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನ ಮಾಡಿದಾಗ ಸೀಸದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನ (PbO_2) ಚಾಕಲೇಟ್ ಬಣ್ಣದ ಪುಡಿ ದೊರೆಯಿತು. ಇದು ಸೀಸದ ಅತ್ಯುನ್ನತ ಆಕ್ಸೈಡೆಂದು ಷೀಲೆಯು ಸಮರ್ಥಿಸಿದ್ದಾನೆ.

'ವೈಟ್ ಲೆಡ್' ಎಂಬ ಮನೋಹರವಾದ ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯ ಬಿಳಿಯ ಪೆಯಿಂಟಿನ ಪರಿಚಯ ನಮಗಿದೆ. ಅದನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಡಚ್ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೋಣೆಯ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಬೂದಿ ಹರಡುತ್ತಾರೆ. ಅದರ ಮೇಲಿರುವುದು ಕುದುರೆ ಲದ್ದಿಯ ಪದರ. ಲದ್ದಿಯ ಮೇಲೆ ಮಣ್ಣಿನ ಕುಂಡಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ವಿನಿಗಾರ್ (ಅಸೆಟಿಕಾಮ್ಲ) ಇಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ. ಕುಂಡಗಳನ್ನು ಸರಂಧ್ರವಾದ ಸೀಸದ ತಟ್ಟೆಗಳಿಂದ ಮುಚ್ಚಿರಲಾಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಮರದ ಅಟ್ಟಣೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ, ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ಪೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಕುಂಡಗಳು ಕೋಣೆಯ ತುಂಬಾ ಇರುತ್ತವೆ. ಅನಂತರ ಗಾಳಿಯಾಡಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಅವಕಾಶವಿತ್ತು ಕೋಣೆಯನ್ನು ಮೊಹರುಮಾಡಿ ಸುಮಾರು ಮೂರು ತಿಂಗಳಕಾಲ ಬಿಟ್ಟರೆ, ಬಿಳಿಯ ಪೆಯಿಂಟು ಸೀಸದ ತಟ್ಟೆಗಳ ಮೇಲೆ ಕೂಡಿರುವುದು. ಇಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಕೆಳಕಂಡಂತಿವೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಲದ್ದಿಯು ಹುಳಿಯುವುದರಿಂದ ಶಾಖ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡುಗಳು ಹುಟ್ಟುವುವು. ಈ ಶಾಖದಿಂದ ಅಸಿಟಿಕಾಮ್ಲವು ಆವಿಯಾಗಿ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೀಸವನ್ನು ಅದರ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಾಯ ಅಸಿಟೇಟಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು. ಇದು ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ತೇವಾಂಶಗಳ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಸೀಸದ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಾಯ ಕಾರ್ಬೋನೇಟಾಗುವುದು. ಇದೇ ವೈಟ್

ಲೆಡ್. ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಸೆಟಿಕಾಮ್ಲವು ಪುನರವತರಿಸುವುದು. ಇದು ಮತ್ತೆ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು.

1776ರಲ್ಲೇ ಷೀಲೆಯು ಇದೇ ಮಾದರಿಯ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿ, ಸೀಸವು ಅಸೆಟಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಬೇಕಾದರೆ ತೇವವಾದ ಗಾಳಿ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡುಗಳು ಅಗತ್ಯ, ಆಗ ಒಂದು ಬಿಳಿಯ ಪುಡಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ಪೇಯಿಂಟಾಗಿ ಬಳಸಲು ಯೋಗ್ಯವಾಗಿದೆ, ಎಂದು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ. ಅಲ್ಲದೆ ಆಗ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಸ್ವರೂಪ ಹೀಗಿದೆ ಎಂದೂ ವಿವರಿಸಿದುದು ಅವನ ಪ್ರತಿಭೆಯ ಕುರುಹು.

ಷೀಲೆಯು ಮಾಡಿದ ಇತರ ಸಣ್ಣಪುಟ್ಟ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಹೀಗಿವೆ: ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿ ತಣಿಸಿದ ಇದ್ದಿಲಿನ ಮೇಲೆ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಮಾನಾಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ನೈಟ್ರೊಜನ್ನುಗಳ ಮಿಶ್ರಣ ಶೇಖರಿಸಬಲ್ಲುದು. ಇದರಿಂದ ಇದ್ದಿಲಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಅನಿಲಗಳು ಅಧಿಶೋಷಣೆ (Adsorption) ಯಾಗುವುವು ಎಂಬ ತತ್ವದ ಅರಿವು ಉಂಟಾಯಿತು. ಗ್ಲಾಬರನ ಲವಣ (Na_2SO_4. 10 H_2O)ವನ್ನು ಸುಣ್ಣದ ಹಾಲಿನೊಡನೆ ಕುದಿಸಿದಾಗ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಸೋಡಾ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಬಹುತೇಕ ಗ್ಲಾಬರನ ಲವಣವು ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿಯುವುದು. ಇದನ್ನು ಪುನಃ ಕುದಿಸಿದರೆ ಮತ್ತೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಸೋಡಾ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮಿತಿಯೇ ಇಲ್ಲವೆಂದು ತೋರುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಷೀಲೆಯ ಹೇಳಿಕೆ "ರಾಶಿ ಕ್ರಿಯಾ ನಿಯಮದ" (Law of mass action) ನಿರೂಪಣೆ ಯಾಗಿದೆ. ತಾಮ್ರದ ಮತ್ತು ಬೆಳ್ಳಿಯ ನೈಟ್ರೇಟುಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಕೂಡಿಯೇ ಕರಗಿಸಿ ಅನಂತರ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ವಿಲೀನಮಾಡಿದರೆ (ಕ್ಯುಪ್ರಿಕ್ ಆಕ್ಸೈಡಿನ) ಕಪ್ಪು ಪುಡಿ ಉಳಿಯುವುದು. ಹೀಗೆ ಈ ಲವಣಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ತೀವ್ರ ಸ್ಫೋಟಕ ಗುಣವುಳ್ಳ "ಫಲ್ಮಿನೇಟಿಂಗ್ ಚಿನ್ನ"ವು ($H_2N{-}Au{=}NH$) ಅಮೋನಿಯಾ ಇಲ್ಲದೆ ಉಂಟಾಗದು. ಗಾಳಿ ವಿಲೀನವಾಗಿರುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸೀಸದ ಅಮಾಲ್ಗಮ್ಮನ್ನು ಕೆಲಕಾಲ ಇಟ್ಟರೆ ಅದು ನೀರಿನಿಂದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವುದು. ಧಾನ್ಯಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಮದ್ಯದ ಅಹಿತಕರ ರುಚಿಗೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಫ್ಯೂಸೆಲ್ ಎಣ್ಣೆ ಕಾರಣ, ವಿನಿಗಾರಲ್ಲ. ಕಬ್ಬಿಣದ ರಿಟಾರ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅರಳಿದ ಸುಣ್ಣ ಮತ್ತು ನೈಟರುಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು. ಇದು ವೈದ್ಯಕೀಯದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವಷ್ಟು ಶುದ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಇವೆಲ್ಲಾ ಷೀಲೆಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೇ.

ಸಾವಯವ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಷೀಲೆಯು ನಡೆಸಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಅವನ ಇತರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಷ್ಟೇ ಮೂಲಭೂತವಾದವು. ದ್ರಾಕ್ಷಾರಸವು ಹುಳಿತು ಮದ್ಯ (wine) ವಾಗುವ ಕೊನೆಯ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಅದನ್ನಿ

ಟ್ಟಿರುವ ಪೀಪಾಯಿಗಳ ಒಳ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಕಂದು ಬಣ್ಣದ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಟಾರ್ಟರೇಟು ಶೇಖರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಆಲ್ಕೊಹಾಲಿನಲ್ಲಿ ಅದ್ರಾವ್ಯವಾದುದರಿಂದ ಹೀಗೆ ಬೇರ್ಪಡುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ 'ಆರ್ಗಾಲ್' ಅಥವಾ 'ಟಾರ್ಟರ್' ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರಿಂದ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಟಾರ್ಟಾರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದವರಲ್ಲಿ ಷೀಲೆಯು ಮೊದಲಿಗನು (1769). ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯ ಟಾರ್ಟಾರಿಕಾಮ್ಲದ ಒಂದು ಪಾಲು ಒದಗುವುದು ಈ ವಿಧಾನದಿಂದಲೇ. ಷೀಲೆಯು ಅನುಸರಿಸಿದ ಕ್ರಮವೆಂದರೆ ಕಚ್ಚಾ ಟಾರ್ಟರನ್ನು ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ವಿಲೀನ ಮಾಡುವುದು. ಅನಂತರ ಅದನ್ನು ಸ್ಫಟಿಕೀಕರಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಹಲವು ಸಲ ಸ್ಫಟಿಕೀಕರಿಸಿದಾಗ 'ಟಾರ್ಟರಿನ ಕೆನೆ' (Cream of tartar) ಉಂಟಾಯಿತು. ಅದನ್ನು ಮತ್ತೆ ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ವಿಲೀನ ಮಾಡಿ ಚಾಕ್($CaCO_3$)ನಿಂದ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಟಸ್ಥಿಸಿದ. ಮೂಲ ಟಾರ್ಟರಿನ ಅರ್ಧ ಭಾಗ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಟಾರ್ಟರೇಟಾಗಿ ಒತ್ತರಿಸಿತು. ಇನ್ನೊಂದರ್ಧ ಭಾಗ ನಾರ್ಮಲ್ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಟಾರ್ಟರೇಟಾಗಿ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲೇ ಉಳಿಯಿತು. ಒತ್ತರಿಸಿದ ಭಾಗವನ್ನು ಸೋಸಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲಾಯಿತು. ಸೋಸಿ ಬಂದ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಟಾರ್ಟರೇಟ್ ಸಹಾ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಟಾರ್ಟರೇಟಾಗಿ ಒತ್ತರಿಸಿತು. ಇದನ್ನೂ ಸೋಸಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿದ. ಮತ್ತು ಎರಡು ಹಂತಗಳಲ್ಲೂ ದೊರೆತ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಟಾರ್ಟರೇಟನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಪ್ರಮಾಣದ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಅದ್ರಾವ್ಯವಾದ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟು ಬೇರ್ಪಟ್ಟಿತು. ಟಾರ್ಟಾರಿಕಾಮ್ಲವು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಯಿತು. ಇದನ್ನು ಸೋಸಿ ತೆಗೆದು ಸ್ಫಟಿಕೀಕರಿಸಲು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಆಮ್ಲದ ಹರಳುಗಳು ಉಂಟಾದುವು. ಇಂದಿನ ಕೈಗಾರಿಕಾ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿಯೂ ಟಾರ್ಟಾರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು ಹೀಗೆಯೇ.

ಈ ವಿಧಾನವನ್ನೇ ಎಲ್ಲಾ ಸಾವಯವ ಆಮ್ಲಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಗೂ ಅನ್ವಯಿಸಬಹುದೆಂದು ಷೀಲೆಯು ತೋರಿಸಿದ. ಬೆನ್ಜೋಯಿಕಾಮ್ಲದಂತೆ ಅಲ್ಪ ದ್ರಾವ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಲವಣವನ್ನು ಹೈಡ್ರೊಕ್ಲೋರಿಕಾಮ್ಲದಿಂದ ವಿಭಜಿಸಬೇಕು. ಒಂದು ವೇಳೆ ಸಾವಯವ ಆಮ್ಲವು ಆಕ್ಸಾಲಿಕಾಮ್ಲದಂತೆ ದ್ರಾವ್ಯ ವಸ್ತುವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಲವಣವನ್ನು ವಿಭಜಿಸಲು ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಆಗ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟು ಒತ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ಫಾರ್ಮಿಕಾಮ್ಲದಂತೆ ಸಾವಯವ ಆಮ್ಲದ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಲವಣಗಳು ದ್ರಾವ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಆಗ ಅದರ ಸೀಸದ ಲವಣವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಅನಂತರ ಅದನ್ನು ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲದಿಂದ ವಿಭಜಿಸುವುದು ಷೀಲೆಯ ಕ್ರಮವಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗೆ ಸಾವಯವ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಷೀಲೆಯು ಹಾಕಿಕೊಟ್ಟ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ

ವನ್ನೇ ನಾವು ಇಂದೂ ಅನುಸರಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ನಿಂಬೆ ರಸದಿಂದ ಸಿಟ್ರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಷೀಲೆ ತಯಾರಿಸಿದುದು ಹೀಗೆ. ಅದರಿಂದಾದ ಪಾನಕ ಸಿಹಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಲಿಮನೇಡುಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಇದು ಯೋಗ್ಯ ಎಂದು ಷೀಲೆ ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ.

ಕಬ್ಬಿನ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ಬಿಸಿಯಾದ ಸಾರಯುತ ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದಿಂದ ಉತ್ಕರ್ಷಿಸಿ ಬಂದ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಸಾರೀಕರಿಸಿದಾಗ ಆಕ್ಸಾಲಿಕಾಮ್ಲದ ಹರಳುಗಳು ಬೇರ್ಪಟ್ಟವು. 1776ರಲ್ಲಿ ಆಕ್ಸಾಲಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಷೀಲೆಯು ಅನುಸರಿಸಿದ ಕ್ರಮವಿದು. ಸುಕ್ರೋಸಿನ ಬದಲು ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಸನ್ನು (ಹಾಲಿನ ಸಕ್ಕರೆ) ಬಳಸಿದಾಗ ಆಕ್ಸಾಲಿಕಾಮ್ಲದ ಜೊತೆಗೆ ಅದ್ರಾವ್ಯವಾದ ಒಂದು ಆಮ್ಲ ದೊರೆಯಿತು. ಇದೇ ಮ್ಯೂಸಿಕಾಮ್ಲ. ಇದನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದು ಕರ್ಪೂರೀಕರಿಸಿ ಪೈರೊಮ್ಯೂಸಿಕಾಮ್ಲವಾಯಿತು. (1780)

ಹುಳಿ ದ್ರಾಕ್ಷಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಹುಳಿ ಸೇಬು ಮೊದಲಾದ ಹದಿನಾರು ಹಣ್ಣುಗಳ ರಸದಿಂದ ಸಿಟ್ರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದಾಗ (1784–85) ಅದರೊಡನೆ ಇನ್ನೊಂದು ಆಮ್ಲವೂ ದೊರೆಯಿತು. ಅದನ್ನು 'ಸೇಬಿನ ಆಮ್ಲ' ಎಂದು ಷೀಲೆಯು ಹೆಸರಿಸಿದ. ಇದರೊಡನೆ ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲವು ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಆಕ್ಸಾಲಿಕಾಮ್ಲ ಉಂಟಾಯಿತು. ಈ ಆಮ್ಲದ ಸತುವಿನ ಲವಣವು ಸರಾಗವಾಗಿ ಸ್ಫಟಿಕೀಕರಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರ ಹರಳುಗಳಿಗೆ ಜಲಾಕರ್ಷಕ ಗುಣವಿರುವುದರಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ ಎಂದು ಷೀಲೆ ವರದಿಮಾಡಿದ್ದಾನೆ. ಈ ಸೇಬಿನ ಆಮ್ಲವನ್ನೇ ನಾವು "ಮ್ಯಾಲಿಕಾಮ್ಲ" ಎನ್ನುವುದು.

ಹುಳಿ ಹಾಲಿನಿಂದ ಲ್ಯಾಕ್ಟಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದರಲ್ಲೂ ಷೀಲೆಯು ಯಶಸ್ವಿಯಾದ. ಅದರ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಲವಣವು ಆಕ್ಸಾಲಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಆಕ್ಸಲೇಟು ಒತ್ತರಿಸಿತು. ಲ್ಯಾಕ್ಟಿಕಾಮ್ಲವು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಯಿತು. ವಿನಿಗಾರ್ (ಅಸೆಟಿಕಾಮ್ಲ) ಇಟ್ಟಿರುವ ಸೀಸೆಗಳನ್ನು ಕುದಿಯುವ ನೀರಿರುವ ಬೋಗುಣಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಗಂಟೆ ಕಾಲ ಇಟ್ಟು ತೆಗೆದರೆ ಸಾಕು. ಆಮೇಲೆ ಅದು ವರ್ಷಗಟ್ಟಲೆ ಗಾಳಿಯ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಕೆಡದು ಎಂಬ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಅವನು ಆಧುನಿಕ ಪ್ಯಾಶ್ಚುರೈಸೇಷನ್ ವಿಧಾನವನ್ನೇ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಸೂಚಿಸಿದಂತಾಯಿತು.

ಮಾನವ ಮೂತ್ರದಿಂದ ಯೂರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದುದು ಷೀಲೆಯ ಮತ್ತೊಂದು ಸಂಶೋಧನೆ. ಅದನ್ನು ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ಇಂಗಿಸಿದಾಗ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಶೇಷವಸ್ತು ದೊರೆಯುವುದೆಂಬುದನ್ನೂ ಅವನು ಗಮನಿಸಿದ್ದ. ಇದೇ 'ಮ್ಯೂರೆಕ್ಸೈಡ್'. ನಾವು ಯೂರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಈ ಪರೀಕ್ಷಾ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಲೇ. ಯೂರಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದು ಕರ್ಪೂರೀಕರಿಸಿತು. ಇದನ್ನು ಷೀಲೆಯು ಸಕ್ಸಿನಿಕಾಮ್ಲವಿರಬಹುದೆಂದು ಅನುಮಾನಿಸಿದ್ದ.

ಆದರೆ ಅದು ಸಯನ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲವಾಗಿತ್ತು. ಅಳಲೆಕಾಯಿಗಳ ಕಷಾಯವನ್ನು ಗಾಳಿಯ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವಾರಗಳತನಕ ಬಿಟ್ಟಾಗ ಒಂದು ಬಗ್ಗಡವಾದ ವಸ್ತು ಉಳಿಯಿತು. ಇದರಲ್ಲಿದ್ದುದು "ಗ್ಯಾಲಿಕಾಮ್ಲ". ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಇದೂ ಸಹಾ ಕರ್ಪೂರೀಕರಿಸಿ ಹರಳು ರೂಪದ "ಪೈರೊಗ್ಯಾಲಿಕಾಮ್ಲ" ಉಂಟಾಯಿತು. ಈ ಎರಡು ಆಮ್ಲಗಳೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳೆಂದು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಹೆಸರಿಟ್ಟವನು ಬ್ರ್ಯಾಕೊನಾಟ್ (1831), ಷೀಲೆಯಲ್ಲ.

ಎಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ಕೊಬ್ಬುಗಳನ್ನು ನೀರು ಮತ್ತು ಲಿಥಾರ್ಜುಗಳೊಂದಿಗೆ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಸೀಸದ ಸಾಬೂನು ಒತ್ತರಿಸುವುದು (1783–84), ಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಮಧುರ ಸತ್ವವು ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ, ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಇಂಗಿಸಿ ಈ ಮಧುರ ಸತ್ವವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು, ಎಂದು ಷೀಲೆಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ದೃಢಪಟ್ಟಿತು. ಈ ಮಧುರ ಸತ್ವವನ್ನು ಕುದಿಸಿದರೆ ವಿಭಜಿಸುವುದು. ನೈಟ್ರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ಕುದಿಸಿದರೆ ಸಕ್ಕರೆಯಂತೆ ಇದೂ ಆಕ್ಸಾಲಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಕೊಡುವುದು ಎಂದು ಷೀಲೆಯು ವರದಿ ಮಾಡಿದ್ದಾನೆ. ಇವೆಲ್ಲಾ ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾದ 'ಗ್ಲಿಸರಾಲ್' ಎಂಬ ಆಲ್ಕೊಹಾಲಿನ ಗುಣಗಳು.

"ಪ್ರಷ್ಯನ್ ನೀಲಿ"ಯ ಬಗ್ಗೆ ಷೀಲೆಯು ನಡೆಸಿದ ವ್ಯಾಪಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲವಾಗಿ "ಹೈಡ್ರೊಸಯನಿಕಾಮ್ಲ"ದ (HCN) ಪತ್ತೆಯಾಯಿತು. ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಫೆರೊಸಯನೈಡನ್ನು ಸಾರರಿಕ್ತ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕಾಮ್ಲದೊಡನೆ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಈ ಆಮ್ಲದ ತೀಕ್ಷ್ಣ ವಾಸನೆಹತ್ತಿತು. ಅದು ವಿಷವಸ್ತುವೆಂದು ಅವನಿಗೆ ಗೊತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. 'ಅದರ ವಾಸನೆ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿದೆ, ಅಸಹ್ಯವೆನ್ನುವಂತಿಲ್ಲ; ರುಚಿ ಸಿಹಿ ಎನ್ನಬಹುದಾದರೂ ನಾಲಗೆಯನ್ನು ಸುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ' (ಗಂದಿಗೆ ವ್ಯಾಪಾರಿಗಳು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಅವುಗಳ ರುಚಿ ನೋಡುವುದು ಅಂದಿನ ಅಭ್ಯಾಸವಾಗಿತ್ತು) ಎಂದು ಷೀಲೆ ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ. ಇಂತಹ ಉಗ್ರ ವಿಷದ ರುಚಿ ನೋಡಿದ ಮೇಲೂ ಅವನು ಬದುಕಿ ಉಳಿದುದು ಹೇಗೆಂಬುದು ಅರ್ಥವಾಗದು! ಈ ಆಮ್ಲದ ಆವಿಗೆ ದಹ್ಯಗುಣವಿದೆ. ಅದು ದಹಿಸಿದಾಗ ಕಾರ್ಬನ್‌ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಉಂಟಾಗುವುದು ಎಂದೂ ಅವನು ತೋರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಪ್ರಷ್ಯನ್ ನೀಲಿಯನ್ನು ಆಸವಿಸಿದಾಗ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಮೋನಿಯಾ ಬಂತು. ಪ್ಲಂಬೆಗೊ (ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟ್) ಅಥವಾ ಇದ್ದಿಲು ಮತ್ತು ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಕಾರ್ಬೊನೇಟುಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಕೆಂಗಾವಿಗೆ ಕಾಯಿಸಿ ಅದರ ಮೇಲೆ ಸ್ಯಾಲ್ ಅಮೋನಿಯಾ (ಅಮೋನಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್) ಸುರಿದಾಗ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಸಯನೈಡ್ (KCN) ಎಂಬ ಮತ್ತೊಂದು ದಾರುಣವಾದ ವಿಷವಸ್ತು ಉಂಟಾಯಿತು (1783). ಹೀಗೆ ಒಂದು ಸಯನೊಜೆನ್ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಷೀಲೆಯದು. ಇದರಿಂದ "ಪ್ರಸ್ಸಿಕಾಮ್ಲ" (HCN)ವು ಆವಿಶೀಲ ಕ್ಷಾರ (ಅಮೋನಿಯಾ) ಬಂಧಿತ ಗಾಳಿ

(ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್) ಮತ್ತು ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಾನ್ (ಅಪಕರ್ಷಣಕಾರಿ)ಗಳಿಂದ ಆದ ಸಂಯುಕ್ತವೆಂದು ತಿರ್ಮಾನಿಸಿದ. ಪ್ರಸ್ಸಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಅಮೋನಿಯಾ ದೊಡನೆ ಕೂಡಿಸಿ ಅಮೋನಿಯಂ ಸಯನೈಡನ್ನೂ, ಪ್ರಷ್ಯನ್ ನೀಲಿ ಮತ್ತು ಮರ್ಕ್ಯೂರಿಕ್ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳನ್ನು ನೀರಿನೊಡನೆ ಕುದಿಸಿ ಮರ್ಕ್ಯೂರಿಕ್ ಸಯನೈಡನ್ನೂ ($Hg(CN)_2$) ತಯಾರಿಸಿದನು. ಇದೂ ಒಂದು ತೀಕ್ಷ್ಣ ವಿಷ. ಇದನ್ನೂ ಷೀಲೆ ರುಚಿನೋಡಿದ್ದನಂತೆ! ಈ ಸಯನೈಡುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧದ ಅರಿವು ಅವನಿಗೆ ಇರದಿದ್ದೂ "ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಫೆರೊಸಯನೈಡಿನಲ್ಲಿ ($K_4[Fe(CN)_6]$) ಕಬ್ಬಿಣವು ಪ್ರಸ್ಸಿಕಾಮ್ಲವನ್ನು ಕ್ಷಾರದೊಂದಿಗೆ ಬೆಸೆಯುವ ಕೊಂಡಿಯಾಗಿದೆ" ಎಂದು ಬಣ್ಣಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಸಯನೈಡುಗಳ ದ್ರಾವಣಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಕ್ಷಾರೀಯ ಗುಣವಿದೆ. ಬೆಳ್ಳಿಯ ನೈಟ್ರೇಟಿನ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಸಯನೈಡನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಸಯನೈಡು ಒತ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಸಯನೈಡಿನಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾಗುವುದು. ಕಾರ್ಬಾನಿಕಾಮ್ಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ಪ್ರಸ್ಸಿಕಾಮ್ಲವು ದುರ್ಬಲವಾದುದು, ಎಂದು ಷೀಲೆ ವರದಿಮಾಡಿದ್ದಾನೆ.

ಷೀಲೆಯು ನಡೆಸಿದ ನೂರಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪಕ್ಷಿನೋಟದಿಂದಲೇ ಯಾವ ಸಂಶೋಧಕನಿಗಾದರೂ ಅವನ ಬಗ್ಗೆ ಅಚ್ಚರಿ ಮತ್ತು ಮೆಚ್ಚುಗೆ ಉಂಟಾಗದಿರದು. ಪ್ರತಿಕೂಲ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೂ ತನ್ನ ಅಲ್ಪಜೀವಿತ ಕಾಲದಲ್ಲೇ ಅವನು ನಡೆಸಿದ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗಾಗಿ ಅಚ್ಚರಿ, ಆ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಮಹತ್ವಕ್ಕಾಗಿ ಮೆಚ್ಚುಗೆ.

ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕಾಗಿ ತನ್ನನ್ನೇ ಅರ್ಪಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಅವನ ಬಾಳು ಮೊಟಕಾದುದು ಸಹಜವೇ. ದುಡಿಯುತ್ತಿದ್ದುದು ಧಾರಾಳವಾಗಿ ಗಾಳಿ ಬೆಳಕುಗಳಿಗೆ ಆಸ್ಪದವಿಲ್ಲದ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ. ಅವನ ಪ್ರಯೋಗ ವಸ್ತುಗಳಾದರೋ ಕ್ಲೋರೀನು, ಆರ್ಸಿನೇಟುಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಸ್ಸಿಕಾಮ್ಲಗಳಂತಹ ಮಾರಕ ವಿಷಗಳು. ಇಂತಹ ವಿಷಮಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ರಾಂತಿಯಿಲ್ಲದೆ ಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಅವನು ಅಷ್ಟು ವರ್ಷ ಬದುಕಿದ್ದೇ ಹೆಚ್ಚು ಎನ್ನುವವರುಂಟು. ನಲವತ್ತಮೂರರ ಪ್ರಾಯದಲ್ಲೇ ತೀರಿಕೊಂಡ ಷೀಲೆಗೆ 'ಸಂಶೋಧನೆಯೇ ಜೀವನದ ಉಸಿರು, ಆನಂದಕ್ಕಾಗಿ ಆವಿಷ್ಕಾರ, ದುಡಿಮೆಯೇ ಜೀವನ ಸಾಫಲ್ಯ' ಎಂಬುದು ಬಾಳಿನ ಗುರಿಯಾಗಿತ್ತು.

ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಇಬ್ಬರು ಅನುಪಮ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾದ ಬರ್ಜೀಲಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಷೀಲೆಯರ ತಾಯ್ನಾಡಾದ ಸ್ವೀಡನ್‌ದೇಶ ನಿಜಕ್ಕೂ ಧನ್ಯ.

ಐಸ್ಯಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ ಒಂದು ನಾಯಿಯನ್ನು ಸಾಕಿದ್ದನಂತೆ. ಅದು ಯಾವಾಗಲೂ ತನ್ನ ಯಜಮಾನನೊಂದಿಗೇ ಇರುತ್ತಿತ್ತು. ಆತನ ವ್ಯಾಸಂಗದ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲೂ ಅದು ಸ್ವೇಚ್ಛೆಯಾಗಿ ಓಡಾಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತಿತ್ತು.

ನ್ಯೂಟನ್ ತನ್ನ ಗುರುತ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕುರಿತು ಬಹಳಕಾಲ ಯೋಚಿಸಿ ಒಂದು ನಿರ್ಣಾಯಕ ಘಟ್ಟ ತಲಪಿದಾಗ ತನ್ನ ಭಾವನೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಒಂದು ದೀರ್ಘವಾದ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಬರೆದು ಮುಗಿಸಿದನಂತೆ. ಹಸ್ತಪ್ರತಿಯನ್ನು ಮೇಜಿನ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಸಂಜೆ ಅಡ್ಡಾಡಿಬರಲು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಹಿಂದಿರುಗಿಬಂದಾಗ ತಾನು ಬರೆದಿಟ್ಟಿದ್ದ ಕಾಗದ ಪತ್ರಗಳೆಲ್ಲಾ ಸುಟ್ಟು ಬೂದಿಯಾಗಿದ್ದುದನ್ನು ಕಂಡ.

ಮೊದಲೇ ಏರ್ಪಾಟುಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದಂತೆ ಮರುದಿವಸ ಬೆಳಿಗ್ಗೆ ಆತನ ಸ್ನೇಹಿತ ಇನ್ನೊಬ್ಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಆ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಕುರಿತು ಚರ್ಚಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ನ್ಯೂಟನ್ನನ ಮನೆಗೆ ಬಂದ. ನ್ಯೂಟನ್ ಶಾಂತಚಿತ್ತನಾಗಿ "ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಾಯವೂ ಇನ್ನೊಂದು ಕಾಯವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ನಾನು ಬಂದೆ. ಆದರೆ ನನ್ನ ಮೇಜಿನಮೇಲಿಟ್ಟಿದ್ದ ಉರಿಯುವ ಮೊಂಬತ್ತಿ ದೀಪದ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ, ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಬೆಕ್ಕನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ, ಬೆಕ್ಕು ನನ್ನ ನಾಯಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ, ಇದೆಲ್ಲದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಮೊಂಬತ್ತಿ ಉರುಳಿಹೋಗಿ ನನ್ನ ಕಾಗದ ಪತ್ರಗಳು ಸುಟ್ಟುಹೋಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ನನಗೆ ಹೊಳೆಯಲೇ ಇಲ್ಲ" ಎಂದನಂತೆ.

ಪಿ. ಕೆ. ರಾಜಗೋಪಾಲ

ಕಾಫಿ

ಪಾನೀಯಗಳು ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಬಾಯಾರಿದಾಗ, ಆಯಾಸವಾದಾಗ, ಆಲಸ್ಯವಾದಾಗ, ಉತ್ಸಾಹ ತಗ್ಗಿದಾಗ ನಾವು ವಿವಿಧ ಪಾನೀಯಗಳ ಶರಣಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಬಹುಶಃ ದಿನಕ್ಕೆ ಕೊನೆಯ ಪಕ್ಷ ಒಂದು ಲೋಟ ಯಾವುದೇ ಪಾನೀಯವಿಲ್ಲದೆ ಈ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಯಾರೊಬ್ಬನ ಜೀವನವೂ ಮುಂದೆ ಸಾಗಿರಲಾರದು. ನೀರು, ಹಾಲು ಎರಡನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಎಲ್ಲ ಪಾನೀಯಗಳಿಗೂ ಸಸ್ಯ ಪ್ರಪಂಚವೇ ಮೂಲ. ಇಂತಹ ಪಾನೀಯ ಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಫಿಯು ಪ್ರಪಂಚ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದುದು. ಅದರ ಮಹಿಮೆಯನ್ನು ಒಂದೆರಡು ಮಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳಲಸದಳ.

ಬಡವನಿಂದ ಹಿಡಿದು ಶ್ರೀಮಂತನವರೆಗೆ ಸರ್ವರೂ ಸದಾ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಶ್ರೇಷ್ಠ ಪಾನೀಯ ಅದು. ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೇ ಈ ಪಾನೀಯವು ಅದರ ಉಲ್ಲಾಸಗೊಳಿಸುವಿಕೆ (refreshing) ಹಾಗೂ ಉತ್ತೇಜಕ (stimulating) ಗುಣ ಗಳಿಗೆ ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾಗಿತ್ತು. ಇದರ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಆಹ್ಲಾದ ವಾಗುತ್ತದೆ, ಬಳಲಿಕೆ ಹಾಗೂ ಜಿಗುಪ್ಸೆ ದೂರವಾಗುವುವು.

ಕಾಫಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅಂಶಗಳು

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಲೋಟ ಕಾಫಿಯಲ್ಲಿ 6 ಔನ್ಸು ಕಷಾಯ, 2 ಔನ್ಸು ಹಾಲು ಮತ್ತು 15 ಗ್ರಾಂ ಸಕ್ಕರೆ ಇರುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ಒಂದು ಲೋಟ ಕಾಫಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಅಂಶಗಳಿರುತ್ತವೆ:

ಪ್ರೋಟೀನು	2.14 ಗ್ರಾಂ.
ಮೇದಸ್ಸು	2.0 ಗ್ರಾಂ.
ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳು	18.4 ಗ್ರಾಂ.
ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ	68.4 ಮಿಗ್ರಾಂ.
ರಂಜಕ	62.8 ಮಿಗ್ರಾಂ.

ವಿಟಮಿನ್ ಎ	102 I.U.
ನಿಕೊಟಿನಿಕ್ ಆಮ್ಲ	1.0 ಮಿಗ್ರಾಂ.
ಶಕ್ತಿ	100 ಕ್ಯಾಲೊರಿ

ಕಾಫಿ ಬೀಜಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವು ಕಾಫಿಯ ಜಾತಿ, ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಹವೆ, ಮಣ್ಣಿನ ಗುಣಗಳು, ಅದು ಬಲಿತು ನಿಂತ ಸಮಯ ಹಾಗೂ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ವಿಧಾನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಒಂದು ಮಧ್ಯ ವರ್ಗದ ಕಾಫಿಬೀಜ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.

ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು	ಸರಾಸರಿ ಸೇಕಡಾಂಶ	
	ಒಣಗಿದ ಬೀಜ	ಹುರಿದದ್ದು
1. ಕಚ್ಚಾನಾರು	28.0	29.0
2. ಕಷಾಯವಸ್ತು	17.0	29.5
3. ಪ್ರೋಟೀನು	13.0	14.0
4. ಮೇದಸ್ಸು ಮತ್ತು ಎಣ್ಣೆ	11.5	13.0
5. ನೀರು	11.0	2.5
6. ಸಕ್ಕರೆ	8.0	1.5
7. ಟ್ಯಾನಿಕ್ ಆಮ್ಲ	6.0	4.0
8. ಖನಿಜಗಳು	4.0	5.0
9. ಕೆಫೀನ್	1.5	1.5

ಬಹುಶಃ ಕಾಫಿಯ ಉತ್ತೇಜಕತೆಗೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಕೆಫೀನ್ ಎಂಬ ಕ್ಷಾರ ದ್ರವ್ಯವೇ ಕಾರಣ. ಈ ಕ್ಷಾರದ್ರವ್ಯವು ಒಂದು ಉತ್ತೇಜಕ ವಸ್ತುವಾಗಿಯೂ ಮೂತ್ರಸ್ರಾವ ಪ್ರೇರಕವಾಗಿಯೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬಲ್ಲುದು. ಪ್ರಧಾನ ನರವ್ಯೂಹ, ಹೃದಯ, ರಕ್ತನಾಳಗಳು, ವೃಕ್ಕಗಳು—ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರ ಬಲ್ಲುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಕಾಫಿಯ ಸೇವನೆಯ ಪ್ರಮಾಣ ಅತಿಯಾದರೆ ದೇಹದ ಮೇಲೆ ಉಪದ್ರಕಾರಿ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಆಗಲೂಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ, ಇದರಲ್ಲಿರುವ ಕೆಫೀನ್ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಅತಿಯಾಗಿ ಸೇರಿದರೆ ನಿದ್ರೆ ಬಾರದಿರುವಿಕೆ, ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ತಳಮಳಗುಟ್ಟುವುದು, ಬೇಗನೆ ಕೆರಳುವ ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಹೃದಯ ತ್ವರೆಯಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡುವುದು ಮುಂತಾದುವು ಉಂಟಾಗುವುವು. ಅದರಲ್ಲೂ

ಎಳೆಯ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ವೃದ್ಧರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ದುಷ್ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಅದು ನರಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕುಂದಿಸುತ್ತದೆ.

ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲದ ಅಂಶವನ್ನು ಕೆಫೀನ್ ಉದ್ದೀಪನಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಅದು ಜೀರ್ಣಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾಫಿಯ ಆ ಸುಮಧುರ ರುಚಿ ಹಾಗೂ ವಾಸನೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಟ್ಯಾನಿನ್ ಹಾಗೂ ಎಣ್ಣೆಯ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಬಂದದ್ದು. ಅಂತೂ "Coffee is the early morning blessing and the pick up, the source of comfort, the stimulant all through the day and often far into the night" ಎಂಬ Frederick L. Willman ರೊಂದಿಗೆ ನಾವೂ ದನಿಗೂಡಿಸಲೇಬೇಕು.

ಕಾಫಿಯ ಚರಿತ್ರೆ : ಕಾಫಿಯ ಚರಿತ್ರೆ ಬಹಳ ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾದುದು. ಅದರ ವಿಸ್ತೃತ ವಿವರಣೆಗೆ ನನ್ನ ಈ ಚಿಕ್ಕ ಲೇಖನ ಸಾಕಾಗಲಾರದು. 16ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಅದರ ಉಪಯೋಗ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಆಮೇಲೆ ಅದರ ಬಳಕೆಯಲ್ಲುಂಟಾದ ಇಳಿತ ಭರತಗಳು, ಅದಕ್ಕೆ ಹಾಕಿದ ಬಹಿಷ್ಕಾರ, ನೀಡಿದ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಗಳು ಈಗ ಹಾಸ್ಯಾಸ್ಪದವಾಗಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಕಾಫಿಯು ಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಒಂದು ಪಾನೀಯವಾಗಿ ಲಂಡನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಸ್ವೀಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಆಮೇಲೆ ಅದು ಕ್ರಮೇಣ ಜನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿತು. ಲಂಡನ್ನಿನ ಪ್ರಥಮ ಕಾಫಿ ಮನೆಯು Cornhillನ St. Michael's Alleyಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಯಿತು. ಹದಿನೇಳನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಅದು ಯುರೋಪಿನ ಅದ್ಯಂತ ಪ್ರಚುರ ಹೊಂದಿ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಚ್ಚುಮೆಚ್ಚಿನ ಪಾನೀಯವಾಯಿತು.

ಕಾಫಿಯ ತವರು ದೇಶ ಅರೇಬಿಯಾ. ಕಾಫಿಯನ್ನು ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಜನಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ತಂದವರು ಅರಬರು. ಹದಿನೇಳನೇ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯವರೆಗೂ ಕಾಫಿಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಉತ್ಪತ್ತಿಯು ದಕ್ಷಿಣ ಅರೇಬಿಯಾ ಒಂದರದೇ ಆಗಿತ್ತು. ಈಗ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಜಗತ್ತಿನ ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ $\frac{1}{3}$ ಅಂಶಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಜನ ದಿನನಿತ್ಯವೂ ಕಾಫಿಯನ್ನು ತಮ್ಮ ಪಾನೀಯವಾಗಿ ಸೇವಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಬಹುಶಃ ಇನ್ನಾವ ಪಾನೀಯವೂ ಇಷ್ಟೊಂದು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟೊಂದು ಜನರಿಂದ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿಲ್ಲ.

ದೇಶದ ನಾನಾ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ನಾನಾ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಫಿಯು ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಆಫ್ರಿಕನರು ಕಾಫಿಯ ಹಣ್ಣು, ಬೀಜಗಳನ್ನು ತಿನ್ನುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಅಬಿಸೀನಿಯಾದ ಜನರು ಕಾಫಿ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಇತರ ವಸ್ತುಗಳೊಡನೆ ಬೆರೆಸಿ ಪಯಣದ ರೊಟ್ಟಿಯನ್ನು ಮಾಡಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈಜಿಪ್ಟಿನ ಜನ ಕಾಫಿ ಬೀಜಗಳನ್ನೇ ತಿನ್ನುವ ಪದ್ಧತಿಯಿದೆ. ಇತರ ಕೆಲವು ದೇಶದ ಜನ ಕಾಫಿ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಕಷಾಯಮಾಡಿ ಕುಡಿಯುತ್ತಾರೆ. ಅರಬರು ಬಹುಶಃ ಕಾಫಿಯನ್ನು

ಪಾನೀಯವಾಗಿ ಸೇವಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಪ್ರವೀಣರು. ಹಲವು ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಫಿ ಗಿಡವನ್ನು ವಿವಿಧ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಔಷಧಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದುದೂ ಉಲ್ಲೇಖನೀಯ.

ಕಾಫಿಯ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ : ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಕಾಫಿಗಿಡಕ್ಕೆ "ಕೋಫೆಯ" (Coffea) ಎಂಬ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹೆಸರನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಇದು ರೂಬಿಯೇಸೀ (Rubiaceac) ಎಂಬ ಕುಟುಂಬಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ್ದು. ಇದೊಂದು ಕುರುಚಲು ಮರದಂತೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಕೋಫಿಯಾ ಜೀವಜಾತಿಯಲ್ಲಿ 60 ಜೀವಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆ ಆಫ್ರಿಕಾದಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ಕಾಂಗೊ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ದೊರಕುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಏಷ್ಯಾದ ಇತರ ಕಡೆಯೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ಕಾಫಿಯ ಗಿಡಗಳ ಸುಳಿವಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅಬಿಸೀನಿಯಾದಿಂದ ಕೋಫಿಯ ಅರಾಬಿಕ ಎಂಬ ಜೀವಪ್ರಭೇದವನ್ನು 1718ರಲ್ಲಿ ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕದ ಬ್ರೆಸಿಲ್‌ದೇಶಕ್ಕೆ ಕೊಂಡೊಯ್ದು ಬೆಳಸಲಾಯಿತು. ಇದು ಈಗ ಬ್ರೆಸಿಲ್‌ದೇಶದ ಪ್ರಧಾನ ಬೆಳೆಯಾಗಿ ನಿಂತಿದೆ. ಕಾಫಿಯ ಜೀವಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಕಾ. ಅರೇಬಿಕ ಅಲ್ಲದೆ ಕಾ. ರೊಬಸ್ಟ, ಕಾ. ಲೈಬೇರಿಕ ಮತ್ತು ಕಾ. ಎಕ್ಸೆಲ್ಸಗಳು ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಈ ನಾಲ್ಕುಬಗೆಯ ಕಾಫಿಗಿಡಗಳು ಪ್ರಪಂಚದ ಸೇಕಡ 90 ಭಾಗ ಕಾಫಿ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ.

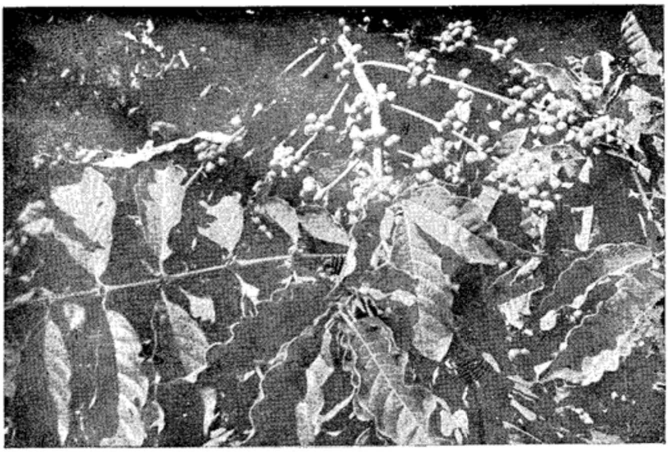
ಕಾಫಿ ಗಿಡಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೆಟ್ಟು ಬೆಳೆಸುತ್ತಾರೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಎಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಬೆಳೆಸಬೇಕು ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದಿವೆ. ನೆಟ್ಟು ಬೆಳೆಸುವ ಜಾತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅರೇಬಿಕಾ ಹಾಗೂ ರೊಬಸ್ಟಾ ಅತಿ ಪ್ರಮುಖವಾದವುಗಳು.

ಕಾಫಿಯ ಸರಿಯಾದ ಬೆಳೆವಣಿಗೆಗೆ 70″–80″ ಮಳೆ ಅಗತ್ಯ. ಸರಿಯಾದ ನೀರಿನ ಪೂರೈಕೆ ಅವಶ್ಯ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಾಫಿ ಬೆಳೆಯನ್ನು 2500–5000 ಅಡಿ ಎತ್ತರದ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಅದಕ್ಕೆ ಬೆಚ್ಚನೆಯ ಹಾಗೂ ತೇವಪೂರಿತ ವಾತಾವರಣ ಬೇಕು. ಫಲವತ್ತಾದ ಕೊಳೆತ ಸಸ್ಯಗಳಿಂದೊಡಗೂಡಿದ ಮರಳು ಬೆರಕೆ ಜೇಡಿ ಮಣ್ಣು ಅಗತ್ಯ. ಇಳಿಜಾರಾದ ಪರ್ವತ ಪ್ರದೇಶ ಅನುಕೂಲ.

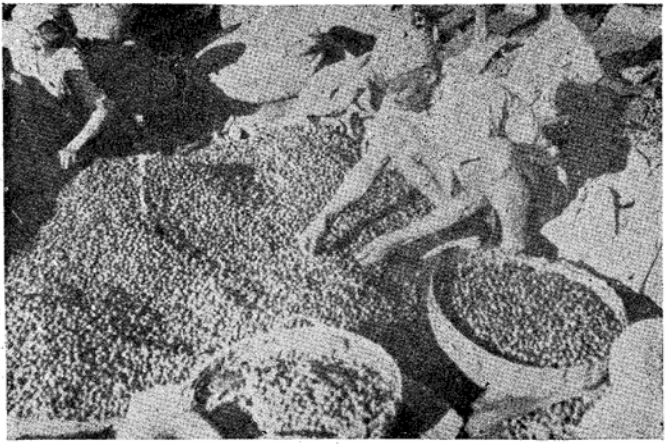
ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಫಿ ಗಿಡವು 2–3 ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಹೂ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಹೂಗಳು ಬಿಳಿಯಾಗಿದ್ದು ಗೊಂಚಲುಗೊಂಚಲಾಗಿ ಎಲೆಗಳ ಬುಡಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಹೂವಿನ ಅಂಡಾಶಯ ಹಣ್ಣಾಗಿ ಕೆಂಪುಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಗುಂಡು ಬೀಜ ಅಥವ ಎರಡು ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಬೀಜಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ಬೀಜಕ್ಕೂ ಹೊಳೆಯುವ ಹೊರಾವರಣವಿದ್ದು ಮಾಸಲವಾದ ಮಿಸೊಕಾರ್ಪ್ (mesocarp) ಇರುತ್ತದೆ. ಬಹುಪಾಲು ಗಿಡಗಳು ತಮ್ಮ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಐದನೇ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಹಣ್ಣು ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಕಾಫಿಗಿಡಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 50 ವರ್ಷದ ವರೆಗೂ ಫಲಕೊಡಬಲ್ಲುವು.



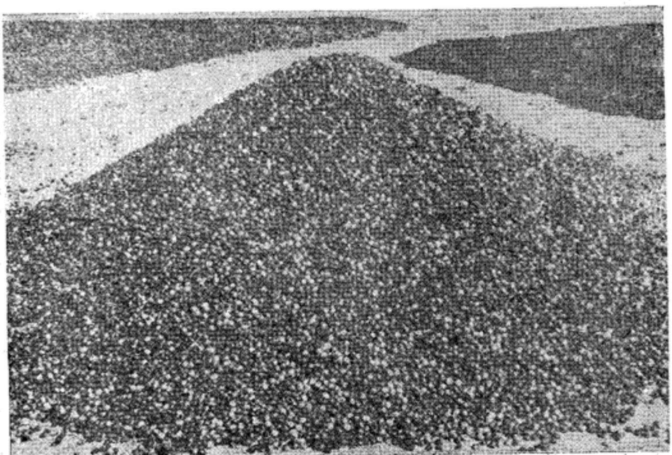
ಅರ್ಯಾಬಿಕ ಕಾಫಿ ಗಿಡ



ರೊಬಸ್ಟ ಕಾಫಿ ಗಿಡ



ಮಾಗಿದ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಆಯ್ದು ಬೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತಿರುವುದು



ಕಾಫಿ ಹಣ್ಣಿನ ರಾಶಿ

ವಿವಿಧ ಕಾಫಿಯ ಒಳಜಾತಿಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಅನೇಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುವುವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಒಂದು ಪೌಂಡು ಅರೇಬಿಕಾ ಕಾಫಿಯಲ್ಲಿ 1200 ಬೀಜಗಳಿದ್ದರೆ ರೊಬಸ್ಟಾ ಜಾತಿಯಲ್ಲಿ 1600 ಹಾಗೂ ಲೈಬೆರಿಕಾದಲ್ಲಿ 800 ಬೀಜಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ನಾಲ್ಕು ಜಾತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ಪ್ರಮುಖ ಜಾತಿ ಅರೇಬಿಕಾ ಜಾತಿ. ಅದಕ್ಕೆ ಅದರ ಶ್ರೇಷ್ಠತೆಯೇ ಕಾರಣ. 80–85% ಕಾಫಿ ಈ ಜಾತಿಯಿಂದಲೇ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವುದು.

ಹೂ ಬಿಟ್ಟಿರುವ ಕಾಫಿ ಗಿಡಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಬಹಳ ಆನಂದವಾಗುತ್ತದೆ. ಗುಂಪು ಗುಂಪಾದ ಹಸರುಲೆಗಳೂ ಬಿಳಿಯಾದ ಹೂಗಳೂ ಕೆಂಪಾದ ಗೊಂಚಲು ಗೊಂಚಲು ಹಣ್ಣುಗಳೂ ನೋಡಲು ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಆಹ್ಲಾದಕರ.

ಚಿಕ್ಸ್ ಕಾಫಿ, ಕೆಂಟ್ಸ್ ಕಾಫಿ, ಎಸ್ 26, ಎಸ್ 333, ಎಸ್ 288, ಎಸ್ 795, ಎಸ್ 274—ಇವು ಕಾಫಿಯ ಕೆಲವು ಪ್ರಮುಖ ತಳಿಗಳು. ಕಾಫಿಯ ತಳಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಬಾಳೆಹೊನ್ನೂರಿನ ಕಾಫಿ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಚಾರಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದು ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ಕಾಫಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಕಾಫಿ ಗಿಡವು ತನ್ನ ಬಾಲ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಯೌವನಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ವಿವಿಧತರದ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಬಲಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳು ವಿವಿಧ ಶಿಲೀಂಧ್ರಗಳ, ವೈರಸ್‌ಗಳ, ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಇಲ್ಲಿವೆ ಕ್ರಿಮಿಕೀಟಗಳ ಆಕ್ರಮಣಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ Hemileia Vastatrix ನಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಎಲೆರೋಗ, ಇನ್ನೊಂದು ಶಿಲೀಂಧ್ರದಿಂದುಟಾಗುವ ತೊಳೆರೋಗ (Black rot), ತುದಿಯಿಂದ ಕಡ್ಡಿ ಒಣಗುವರೋಗ (die back disease), ಕೆಲವು ವೈರಸ್ ರೋಗಗಳು, Coffee berry disease ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ಕಾಫಿ ಬೆಳೆಗಾರರಿಗೆ ಬಹಳ ನಷ್ಟವನ್ನು ತಂದೊಡ್ಡುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆಯೇ Brown lye spot (ಕಂದುಕಂಡಿ ಚುಕ್ಕೆರೋಗ) Stump-root or brown-root disease (ಕಾಂಡ ಕೊಳೆಯುವ ರೋಗ) ಹಾಗೂ ಹಣ್ಣುಗಳ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ರೋಗಗಳು ಹಾನಿಕಾರಕವಾದವುಗಳು. ಇದೇರೀತಿ ಸ್ಟೆಮ್ ಬೋರರ್, ಶಾಟ್‌ಹೋಲ್ ಬೋರರ್, ರೆಡ್ ಬೋರರ್ ಮೊದಲಾದ ಕೀಟ ಸಮುದಾಯಗಳೂ ಕಾಫಿ ಗಿಡಕ್ಕೆ ಅಪರಿಮಿತವಾದ ಹಾನಿಯನ್ನು ತಂದೊಡ್ಡುತ್ತವೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಿಲೀಂಧ್ರ ರೋಗಗಳನ್ನು ಬೋಡೋರ್ ದ್ರಾವಣವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಅಥವಾ ಕೆಲವು ಮುಂಜಾಗ್ರತಾ ಕ್ರಮಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ತಡೆಗಟ್ಟಬಹುದು. ಕೀಟರೋಗಗಳನ್ನು ಕೀಟನಾಶಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು.

ಕಾಫಿಯ ಕೃಷಿ: ಉತ್ತಮವಾದ, ಆರೋಗ್ಯವಂತವಾದ ಹೆಚ್ಚು ಫಲ ಬಿಡುವ ಗಿಡಗಳನ್ನು ಆಯ್ದು ಅವುಗಳಿಂದ ಉತ್ತಮ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಕಬೇಕು.

ಅವುಗಳನ್ನು ಹಿಸುಕಿ ಸಿಪ್ಪೆಯನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಬಿತ್ತುಗಳನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ಬಿತ್ತುಗಳನ್ನು ಆಯ್ದು ಬೂದಿಯನ್ನು ಸವರಿ ತೆಳ್ಳಗೆ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಹರಡಿ ನೆರಳಿನಲ್ಲಿ ಒಣಗಿಸಿ, ಇಳಿಜಾರಾದ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಳ್ಳೆಯ ಮಣ್ಣು ಪಾತಿಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಅದರ ಮೇಲೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಗೊಬ್ಬರವನ್ನು ಹರಡಿ, ಕಾಫಿಯ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಒಂದೊಂದಂಗುಲ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಬಿತ್ತಬೇಕು. 3 ಅಡಿ ಅಗಲ ಮತ್ತು 12 ಅಡಿ ಉದ್ದವುಳ್ಳ ಪಾತಿಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 5,000 ಬೀಜಗಳನ್ನು ಬಿತ್ತಬಹುದು. ಪ್ರತಿದಿವಸವೂ ಈ ಪಾತಿಗಳಿಗೆ ನೀರು ಹಾಕುವುದು ಆವಶ್ಯಕ. ಹಾಗೆಯೇ ಈ ಬೀಜಗಳ ಮೇಲೆ ತೆಳ್ಳಗೆ ಮಣ್ಣನ್ನು ಹರಡಿ ಮೂರು ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪದಷ್ಟು ಒಣಗಿದ ಹುಲ್ಲನ್ನು ಹರಡಬಹುದು. ಬೀಜಗಳು ಮೊಳೆತಾಗ ಆ ಚಿಕ್ಕ ಸಸಿಗಳನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಮಣ್ಣಿನಿಂದೊಡಗೂಡಿದ ಬುಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿರಿಸಿ ನೆರಳಿನಾಶ್ರಯವನ್ನು ಕೊಡಬೇಕು ಹಾಗೂ ಈ ಬುಟ್ಟಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿದಿವಸವೂ ನೀರನ್ನು ಹಾಕಬೇಕು.

ಕುಕ್ಕೆ ಸಸಿಗಳಿಗೆ ಸುಮಾರು 9 ತಿಂಗಳ ವಯಸ್ಸಾದಾಗ ಅವುಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ನೆಡಬಹುದು. ಸುಮಾರು 6–8 ಅಡಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ತೋಡಲ್ಪಟ್ಟ ಗುಂಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಗಿಡಗಳನ್ನು ನೆಡಬೇಕು. ಜೂನ್–ಆಗಸ್ಟ್ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಗಿಡಗಳನ್ನು ನೆಡುವುದು ಉತ್ತಮ. ಹೀಗೆ ನೆಟ್ಟ ಗಿಡಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಬಾಲ್ಯಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಕಾಪಾಡಬೇಕು. ವಿವಿಧ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಬಲಿಯಾಗದಂತೆ ಮುಂಜಾಗ್ರತಾ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕು. ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಕಾಫಿ ಗಿಡಕ್ಕೆ ನೆರಳಿನ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಕಾಫಿ ಗಿಡಗಳ ಮಧ್ಯೆ ನೆರಳಿನ ಗಿಡಗಳನ್ನು ನೆಡಬೇಕು. ನೆರಳಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದ ಕಾಫಿ ಗಿಡಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಕಾಫಿ ಬಹಳ ಹಿತಕರ. ಆಗಾಗ ಮಣ್ಣಿನ ಅಗೆತ, ಗೊಬ್ಬರ ಹಾಕುವಿಕೆ, ಸೊಪ್ಪು ಮುಚ್ಚುವ ಕೆಲಸ ಅಗತ್ಯ. ಕಾಫಿ ಗಿಡ ಹದಿನೆಂಟು ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಹೂ ಬಿಟ್ಟರೂ ನಾಲ್ಕನೆ ವರ್ಷದ ಅನಂತರದ ಹೂವುಗಳನ್ನೇ ಇರಗೊಟ್ಟು ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕು. ಹೂವುಗಳು ಅರಳಿದಾಗ ಗಾಳಿಯ ಮತ್ತು ಕೀಟಗಳ ಮೂಲಕ ಪರಾಗ ಸ್ಪರ್ಶ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆದು ಹೂವು ಉದುರಿ ಅಂಡಾಶಯ ಭಾಗ ಕಾಯಾಗಿ ಹಣ್ಣಾಗುತ್ತದೆ. ಮಾರ್ಚಿ ಏಪ್ರಿಲ್ ತಿಂಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕಾಫಿಗಿಡ ಹೂ ಬಿಡುವುದು. ಕಾಯಿ ಬಲಿತು ಹಣ್ಣಾದ ಕೂಡಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಕೊಯ್ದು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ಪಲ್ಪರಿನಲ್ಲಿ ಹಾಕಬೇಕು.

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಒಂದು ಎಕರೆಯಲ್ಲಿ 600–1000 ಗಿಡ ಬೆಳೆಯಬಹುದು. ಪ್ರತಿ ಕಾಫಿ ಗಿಡವೂ ಸರಾಸರಿ $\frac{1}{2}$ ಕೆಜಿ.–1 ಕೆಜಿ. ಬೀಜ ಕೊಡುತ್ತದೆ. ರೊಬಸ್ಟಾ ಮತ್ತು ಅರೇಬಿಕಾ ಕಾಫಿ ರುಚಿಯಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಧಿಡೀರ್ (Instant) ಕಾಫಿ ತಯಾರಿಯಲ್ಲಿ ರೊಬಸ್ಟಾ ಕಾಫಿ ಬೀಜ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಾಫಿ ಬೀಜದಿಂದ ಲೋಟದ ಕಾಫಿ

ಇನ್ನು ಕಾಫಿ ಬೀಜದಿಂದ ಅದರ ಹುಡಿಯ ತಯಾರಿ. ಕಾಫಿಯ ಹಸನು ಮಾಡುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ.

ಒಣ ವಿಧಾನ (dry method) : ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಬರುವ ಕಾಫಿ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಚೆರ್ರಿ (cherry) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಕೊಯ್ದು ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಒಣಗಿಸುವುದೇ ಈ ವಿಧಾನದ ಕ್ರಮ. ಒಳಗಿನ ಬೀಜಗಳು ಅಲ್ಲಾಡುವವರೆಗೆ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸಬೇಕು.

ಹಸಿ ವಿಧಾನ (wet method) : ಬೀಜಗಳನ್ನು ಕೊಯ್ದು ಪಲ್ಪರ್‌ನಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ, ಬೀಜಕ್ಕೂ ಹಣ್ಣಿನ ಸಿಪ್ಪೆಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಮಾಸಲವಾದ ಮೀಸೋಕಾರ್ಪ್ (mesocarp) ತೆಗೆದು ದೊರೆತ ಕಾಳುಗಳನ್ನು ಎರಡು ದಿವಸಗಳ ವರೆಗೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕೊಳೆ ಹಾಕಿ ಆ ಮೇಲೆ ಬೀಜಗಳನ್ನು ತೊಳೆದು ಒಣಗಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ದೊರೆತ ಕಾಫಿ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಪಾರ್ಚ್‌ಮೆಂಟ್ ಕಾಫಿ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಕೆಲಸಗಳನ್ನೂ ಮನುಷ್ಯ ಕೈಯಿಂದಲೇ ಮಾಡುವುದಾಗಿದ್ದರೆ ಬಹಳ ಶ್ರಮ ಬೇಕಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಪಲ್ಪರ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಮೇಲಿನ ಎರಡು ಕೆಲಸವನ್ನೂ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಹೀಗೆ ದೊರೆತ ಕಾಫಿ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಕ್ಯೂರಿಂಗ್ ಕಾರ್ಖಾನೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅವು ಅನೇಕ ಹಂತಗಳನ್ನು ಹಾಯಬೇಕು.

(i) ಕಾಫಿ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಒಡೆಯುವುದು

(ii) ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಗ್ರೇಡುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸುವುದು.

(iii) ಪುನಃ ಕೈಗಳಿಂದ ಆರಿಸಿ ಹೆಕ್ಕುವುದು (ಗಾರ್ಬ್ಲಿಂಗ್)

(iv) ವಿಂಗಡನೆ ಮಾಡುವುದು.

ಆ ಮೇಲೆ ಮಾರಾಟಕ್ಕಾಗಿ ಕಾಫಿ ಬೋರ್ಡಿನ ಪೂಲಿಗೆ ಕಾಫಿಯನ್ನು ತಲಪಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ಇಪ್ಪತ್ತೈದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಫಿ ಕ್ಯೂರಿಂಗ್ ಕೇಂದ್ರಗಳಿವೆ. ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ಕಾಫಿ ಕ್ಯೂರಿಂಗ್ ಕೇಂದ್ರವು ಮಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ಬಹುಶಃ ಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಯಿತು ಎನ್ನಬಹುದು. ಈಗ ಮಂಗಳೂರು, ತಲಚೇರಿ, ಮೆಟ್ಟುಪಾಳ್ಯಂ, ಫ್ರೇಜರಪೇಟೆ, ಹುಣಸೂರು, ಮೈಸೂರು, ಚಿಕ್ಕಮಗಳೂರು, ಹಾಸನ—ಇವು ಪ್ರಧಾನ ಕ್ಯೂರಿಂಗ್ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಾಗಿವೆ. ನಮ್ಮ ದೇಶದಿಂದ ಸುಮಾರು ನಲವತ್ತು ದೇಶಗಳಿಗೆ ಕಾಫಿಯು ರಫ್ತಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಾಫಿಯನ್ನು ಹುರಿಯುವವರೆಗೆ (roasting) ಅದಕ್ಕೆ ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟ ಪರಿಮಳವಾಗಲಿ, ರುಚಿಯಾಗಲೀ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಹುರಿಯುವುದರಿಂದ ಕಾಫಿಗೆ ಅದರದ್ದೇ ಆದ ಕಂದುಬಣ್ಣವೂ, ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಕಾರಣ ಅದರದ್ದೇ ಆದ ಆ ರುಚಿಯೂ ಪರಿಮಳವೂ ಬರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಕಾಫಿ ಹುರಿಯುವುದನ್ನು

ಒಂದು ಕಲೆಯಿಂದೇ ಕರೆಯಬೇಕು. ಬೀಜಗಳು ಕಂದುಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗುವಾಗ ಹುರಿಯುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಬೇಕು. ಹುರಿಯುವುದರಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಯಾದರೆ ಕಾಫಿಯ ಗುಣಮಟ್ಟ ಕೆಡುತ್ತದೆ. ಹುರಿದಬೀಜಗಳನ್ನು ಪುಡಿಮಾಡಿದ ಮೇಲೆ ಕಾಫಿಪುಡಿ ಸಿದ್ಧವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾಫಿಪುಡಿಯಿಂದ ಕಷಾಯವನ್ನು ಪಡೆದು ಅದರೊಡನೆ ಹಾಲು ಸಕ್ಕರೆಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಕುಡಿದಾಗ ಅದು ನಮ್ಮ ದೇಹ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ, ನಮ್ಮ ಮೈ ಮನಗಳನ್ನು ಹುರಿದುಂಬಿಸಿ, ಚೇತನವನ್ನು ಬಡಿದೆಬ್ಬಿಸಿ ಪ್ರಫುಲ್ಲಿತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

ಕಾಫಿಯ ಅಂತಿಮ ರುಚಿಯನ್ನು ಅದರ ಮೇಲುರುಚಿ ನೋಡಿ ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಕಾಫಿ ಪುಡಿಯೊಂದಿಗೆ ಚಿಕೋರಿ ಮರದ ಬೇರುಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸಿ ಹುರಿದು ಪುಡಿಮಾಡಿ ಬೆರೆಸುತ್ತಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 10% ಚಿಕೋರಿ ಹುಡಿ ಸೇರಿಸುವುದು ರೂಢಿ. ಇದು ಕಾಫಿಗೆ ಅದರ ಕಂದುಬಣ್ಣ ಕೆಡದಿರಲು ಹಾಗೂ ಅಧಿಕಕಾಲ ಕಾಫಿ ಹುಡಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿಮಳ ಹಾಗೂ ರುಚಿ ಉಳಿಯಲು ಸಹಾಯಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಇನ್ನು ಕಾಫಿ ತಯಾರಿಸುವುದರಲ್ಲಿಯೂ ಅನೇಕ ವಿಧಗಳಿವೆ. ಕೆಲವರಿಗೆ ಮಂದ ಕಾಫಿ ಪ್ರಿಯವಾದರೆ ಇನ್ನು ಕೆಲವರಿಗೆ ತೆಳು ಕಾಫಿ ಪ್ರಿಯ. ಇದಲ್ಲದೆ ಕಾಫಿಯ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಜಾಣತನ ಅದಕ್ಕೆ ಹಿತವಾದ ರುಚಿಯನ್ನು ತರುತ್ತದೆ. ಕೆಲವರು ನೀರನ್ನು ಕುದಿಸಿ ಅದಕ್ಕೆ ಕಾಫಿ ಹುಡಿ ಹಾಕಿ ಒಲೆಯಿಂದ ತೆಗೆದು ಸ್ವಲ್ಪಹೊತ್ತು ಪಾತ್ರೆಯ ಬಾಯಿ ಮುಚ್ಚಿ ಇರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇನ್ನು ಕೆಲವರು ಪುಡಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿಸಿ ನೀರು ಸುರಿದು ಆಮೇಲೆ ಕದಡಿ ಪಾತ್ರೆಯ ಬಾಯಿ ಮುಚ್ಚಿ ಇಡುತ್ತಾರೆ. ಈ ಎರಡೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಕಷಾಯವನ್ನೂ ಆಮೇಲೆ ಶುಭ್ರವಾದ ಬಟ್ಟೆಯಿಂದ ಶೋಧಿಸಿ, ದೊರೆತ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ಹಾಲು ಸಕ್ಕರೆಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಕುಡಿದಾಗ ಅದು ನಿಜವಾದ " ಕಾಫಿ " ಯಾಗುತ್ತದೆ! ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಫಿಲ್ಟರ್ ವಿಧಾನವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಕಾಫಿಯ ಕಷಾಯ ತೆಗೆದು ಅದನ್ನು ಬೇಕಾದಂತೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹಾಲು ಸಕ್ಕರೆಗಳೊಡನೆ ಬೆರೆಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಈ ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲ ವಿಧಾನಗಳಿಗೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲಾವಕಾಶ ಬೇಕು. ನಾಗರಿಕತೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿರುವ ಮಾನವನಿಗೆ ಬೇಕಾದ ತಕ್ಷಣ ಸಿದ್ಧವಾಗುವ ದಿಢೀರ್ (Instant) ಕಾಫಿ ಬೇಕೆನಿಸಿತು. ಆ ರೀತಿಯ ಕಾಫಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಫಿ ಪುಡಿಯನ್ನು ಬಿಸಾಡುವ ಪ್ರಶ್ನೆಯೇ ಇಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿ ಕಾಫಿ ಪುಡಿ ಹಾಲಿನಲ್ಲಿ ಬೆರೆತು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ನೆಸ್‌ಕಾಫೆ, ಬ್ರೋನ್, ಬ್ರೂ, ಕಾಫಿಗಳು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿವೆ. ಇಂತಹ ಕಾಫಿಗಳ ತಯಾರಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಜಾತಿಯ ಕಾಫಿಗಳನ್ನು ಬೆರಸುತ್ತಾರೆ (blending). ರೊಬಸ್ಟಾ ಜಾತಿಯ ಕಾಫಿ ಬೀಜಗಳು ಕಾಫಿಗೆ

ಮಂದತ್ವವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಅರೆಬಿಕಾ ಕಾಫಿ ಒಳ್ಳೆಯ ಪರಿಮಳವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಕಾಫಿಯನ್ನು ಒಂದು ಪಾನೀಯವಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸದೆ, ಅನೇಕ ತರದ ತಿಂಡಿತಿನಿಸುಗಳ ತಯಾರಿಯಲ್ಲೂ ಬಳಸಬಹುದು. ಅಂದರೆ ಈ ರೀತಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಕಾಫಿ ಜೆಲ್ಲಿ, ಕಾಫಿ ಐಸ್‌ಕ್ರೀಂ, ಕಾಫಿ ಕೇಕ್, ಕಾಫಿ ಬರ್ಫಿ ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ಹೆಸರಾಂತ ತಿಂಡಿತಿನಿಸುಗಳು.

ಭಾರತ ದೇಶವು ಕೂಡ ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೇ ಕಾಫಿಗೆ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿತ್ತು. ಮೈಸೂರು ಪ್ರಾಂತದ ಚಿಕ್ಕಮಗಳೂರು ಜಿಲ್ಲೆಯ ಬಾಳೆಹೊನ್ನೂರಿನಲ್ಲಿ ಕಾಫಿಯ ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರವಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಕಾಫಿಗಿಡಗಳ ರೋಗಗಳ, ಅದಕ್ಕೆ ಬರುವ ಕೀಟಗಳ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಜೀವಕೋಶಶಾಸ್ತ್ರ (Cytology), ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (**Biochemistry**) ಮತ್ತು ಸಂಕರೀಕರಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿಪುಲವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿವೆ. ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಫಿ ಗಿಡಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಕಾಫಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತರಾದವರಿಗೆ Frederick L. Willmannರ *Coffee* ಪುಸ್ತಕ ಒಂದು ಆಕರ ಗ್ರಂಥ. ಹಾಗೆಯೇ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಬೆಳಕು ಕಂಡ ಎಚ್. ಎಲ್. ನಾಗೇಗೌಡರ "ಬೆಟ್ಟದಿಂದ ಬಟ್ಟಲಿಗೆ" ಕೂಡಾ ಒಂದು ಸರಳ ಸುಂದರ ಶೈಲಿಯ ಗ್ರಂಥ.

ಆಧಾರ ಗ್ರಂಥಗಳು

1. Encyclopædia Britanica
2. Encyclopædia Americana
3. ಬೆಟ್ಟದಿಂದ ಬಟ್ಟಲಿಗೆ—ಎಚ್. ಎಲ್. ನಾಗೇಗೌಡ
4. *Coffee*—Frederick L. Willmann
5. ಆಹಾರ ಮತ್ತು ದೇಹಪೋಷಣೆ—ಬಿ. ವಿ. ಸುಬ್ಬರಾಯಪ್ಪ

ಡಾ. ಆರ್. ಕೆ. ಭಗವಾನ್

ಒಮ್ಮೆ ಒಬ್ಬ ಪತ್ರಿಕಾಕರ್ತ ಪರಮಾಣು ಬೀಜ (atomic nucleus)ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮಹಾವಿಜ್ಞಾನಿ ಲಾರ್ಡ್ ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಅವರನ್ನು ಭೇಟಿ ಮಾಡಿ ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಒಂದು ಲೇಖನವನ್ನು ಬರೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಅವರ ಸಹಕಾರವನ್ನು ಕೋರಿದನಂತೆ. ಅವರು ಒಪ್ಪಲಿಲ್ಲ. ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಅಂತಹ ಗಹನವಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಹೇಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂದು ಬಿಟ್ಟರು. ಪತ್ರಿಕಾಕರ್ತ ಹಿಂದೆಗೆಯಲಿಲ್ಲ. "ನನ್ನಂತಹ ತಜ್ಞೇತರ ಬರಹಗಾರನೂ ನಿಮ್ಮಂತಹ ತಜ್ಞರೂ ಸಹಕರಿಸಿದರೆ ಸಾಧ್ಯವಾದೀತು; ನಾವು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿಲ್ಲ" ಎಂದನಂತೆ. ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್‌ರವರು ಕೋಪಗೊಂಡು ಆಗ್ಗೆ ಕೆಲವು ದಿನಗಳ ಕೆಳಗೆ ಬರೆದಿದ್ದ ಒಂದು ಪ್ರೌಢಲೇಖನದ ಪ್ರತಿಯೊಂದನ್ನು ಅವನ ಮುಂದೆ ಎಸೆದು "ನಿನ್ನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ನಿನಗೆ ಅಷ್ಟು ವಿಶ್ವಾಸವಿರುವುದಾದರೆ ಇದನ್ನು ಅನುವಾದಿಸಿ ನಿನ್ನ ಆ ಮೂರು ಪೈಸೆ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿಕೊ" ಎಂದರಂತೆ. ಅಲ್ಲಿಗೂ ಆ ಮೊಂಡ ಜಗ್ಗಲಿಲ್ಲ. ಲೇಖನದ ಮೇಲೆ ಕಣ್ಣುಹಾಯಿಸಿದ; ಏನೊಂದೂ ಅರ್ಥವಾಗಲಿಲ್ಲ. ತನ್ನ ಶೀಘ್ರಲಿಪಿ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಜೇಬಿನಿಂದ ತೆಗೆದು ಅವರ ಮುಂದೆ ಎಸೆದು "ಹಾಗಾದರೆ ಒಂದು ಒಪ್ಪಂದಕ್ಕೆ ಬರೋಣ; ತಾವು ನನ್ನ ಶೀಘ್ರಲಿಪಿ ಟಿಪ್ಪಣಿಯನ್ನು ಅನುವಾದಿಸಿಕೊಡಿ, ನಾನು ನಿಮ್ಮ ಲೇಖನವನ್ನು ಅನುವಾದಿಸಿಕೊಡುತ್ತೇನೆ" ಎಂದನಂತೆ.

ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್‌ರವರು ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಂಗೋಪಿಯಾಗಿದ್ದರೂ ವಿನೋದಪ್ರಿಯರೂ ಸಹೃದಯರೂ ಆಗಿದ್ದರು. ತಮ್ಮ ಸೋಲನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡು ಲೇಖನ ಬರೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಆತನೊಡನೆ ಸಹಕರಿಸುವುದಾಗಿ ಮಾತುಕೊಟ್ಟರು. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅತ್ಯಂತ ಗಹನವಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಾದ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದ ಒಂದು ಸೊಗಸಾದ ಲೇಖನ ಬೆಳಕು ಕಂಡಿತಂತೆ.

ಡಾ. ಕೆ. ನಾರಾಯಣ ರಾವ್

ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕ

ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳ ಬಳಕೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ಈಗಿನ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಯಾವ ಹೊಸ ವಸ್ತುವಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬೇಕಾದರೂ ಮೊದಲು ಅವುಗಳನ್ನು ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕ (Mass spectrometer), ಶಾಖಕಿರಣ ರೋಹಿತಮಾಪಕ (Infrared spectrometer), ಬೈಜಿಕ ಕಾಂತೀಯ ಅನುರಣನ (Nuclear magnetic resonance) ಮೊದಲಾದ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ, ಈ ಉಪಕರಣ ಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ರಚನೆಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಅನೇಕ ಸುಳಿವುಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಬಹಳ ಅಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪೇ ಸ್ವಲ್ಪ ವಸ್ತುವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಅದರ ರಚನೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

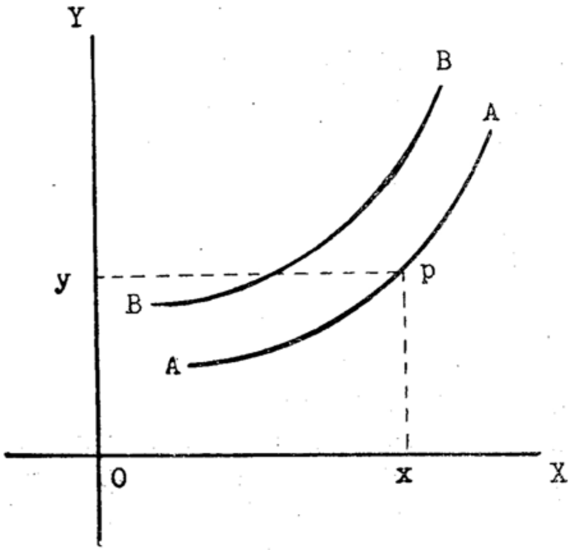
ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕವು ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ತೂಕಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿ ಅವುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರಮಾಣ ಎಷ್ಟು ಎಂದು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ತತ್ವವನ್ನು ನಾವು ಅನೇಕ ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಅಗೆದ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಶಿಲೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ಲೋಹಗಳಿವೆ, ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಏನು ಎಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಆರ್ಮ್ ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ ಮತ್ತು ಆಲ್‌ಡ್ರಿನ್ ಚಂದ್ರಲೋಕಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಅಲ್ಲಿಂದ ಶಿಲೆಗಳನ್ನು ತಂದಿದ್ದಾರಷ್ಟೆ? ಈ ಶಿಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಲೋಹ ಮತ್ತು ಅಲೋಹಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಶಿಲೆಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಚಂದ್ರ ಶಿಲೆಯಲ್ಲಿ ಅಡಗಿ ರುವ ಸೀಸ, ಆರ್ಗಾನ್ ಅನಿಲ, ಇವುಗಳಿಂದ ಚಂದ್ರನ ವಯಸ್ಸನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸ ಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹುಟ್ಟಿತೇ ಅಥವ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಯಿತೇ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸ ಬೇಕಾದರೆ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕವಿಲ್ಲದೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೂ ಮುಂಚೆ ಚಂದ್ರನೇ ಮೊದಲಾದ ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ವಾತಾವರಣವುಂಟೇ ಎಂದು

ನಿರ್ಧರಿಸಲು ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದಾಗ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕ ವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಗ್ರಹಗಳ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಆಮ್ಲ ಜನಕ, ನೀರು ಇವೆಯೇ ಮತ್ತು ಇನ್ನೇನಾದರೂ ವಿಷಗಾಳಿಗಳಿವೆಯೇ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಅಲ್ಲೇನಾದರೂ ಸಸ್ಯ, ಪ್ರಾಣಿಗಳಿರುವ ವಿಷಯ ಊಹಿಸಬಹುದು. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ದಿನಂಪ್ರತಿ ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಸಾವಿರಾರು ರೂಪದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ, ಔಷಧ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ, ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂತಾಗಿ ವಿವಿಧ ಸಂದರ್ಭ ಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಉಪಯೋಗ ಸರ್ವೇಸಾಧಾರಣವಾಗಿಬಿಟ್ಟಿದೆ. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಈ ಉಪಕರಣದ ಉಪಯೋಗ ಅಷ್ಟು ಮುಂದುವರಿದಿಲ್ಲ. ದೇಶಾದ್ಯಂತ ಸುಮಾರು 10 ಉಪಕರಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರಬಹುದು. ಈ ಉಪಕರಣ ಇಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವಾಗಿರುವಾಗ ಇದರ ವಿಷಯ ಸ್ವಲ್ಪ ತಿಳಿಯೋಣ.

ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಆವರಣ ಎಂದು ಎರಡು ಭಾಗ ಮಾಡ ಬಹುದು. ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಅಥವಾ ಪರಮಾಣು ಬೀಜ ಎಂಬ ಒಂದು ತೂಕವಾದ ಕಣವಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೆಂಬ ಕಣಗಳೂ ವಿದ್ಯುದ್ರಹಿತವಾದ (ತಟಸ್ಥವಾದ) ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಎಂಬ ಕಣಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಆವರಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಷ್ಟೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೆಂಬ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ; ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಗ್ರಹಗಳು ಸುತ್ತುವಂತೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಧಾತುವಿನಲ್ಲೂ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮಾತ್ರ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದ ಲಾಯಿಸಬಹುದು. ಪ್ರೋಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದೇ ಇದ್ದು, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳೆಂದು (Isotopes) ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ಅಣು ಅಥವ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಒಂದು ಅಥವ ಹೆಚ್ಚು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯಬಹುದು. ಆಗ ಅದಕ್ಕೆ ಧನ ಅಯಾನು (Positive ion) ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಅಣು ಅಥವ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ತಗಲಿಸಬಹುದು. ಆಗ ಅದನ್ನು ಋಣ ಅಯಾನು (negative ion) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ತೂಕ ರೋಹಿತದರ್ಶಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಯಶಸ್ಸನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಆಸ್ಟನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೂ ಮುಂಚೆ ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್ ಎಂಬುವನು ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದ್ದನು. ಈತನು ನಿಯಾನ್, ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ ಮೊದಲಾದ ಅನಿಲಗಳ ಧನ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಅವು ಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಶೂನ್ಯ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ (Vaccum) ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯ (Electric field) ಮತ್ತು ಆಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯ (Magnetic field) ಗಳ ಮೂಲಕ ಕಳುಹಿ

ಸಿದನು. ಇವುಗಳು ಅಯಾನುಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮವುಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲವು. ಮೊದಲು ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯದ ಪರಿಣಾಮ ತಿಳಿಯೋಣ. ಈ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ O ಎಂಬಲ್ಲಿ ಧನ ಕಣಗಳು ಬೀಳುತ್ತಿವೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿ (ಚಿತ್ರ 1). ಈ ಕಿರಣವು ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ್ದೇ ಆದರೆ ಅದು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಹೊಂದಿ X ಎಂಬಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 1

ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆಗ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಬರೆಯಬಹುದು.

$$x = k_1 Ve/mv^2$$

x = ಸ್ಥಾನಾಂತರ, V = ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯದ ತೀವ್ರತೆ, e = ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೇಲಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶ, v = ಅಣುವಿನ ವೇಗ, m = ಅಣುತೂಕ, k_1 = ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕ

ಒಂದು ವೇಳೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯದ ಬದಲು ಆಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಅಯಾನು OY ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಆಗ ಅಯಾನುಗಳು Oಯಿಂದ Yಗೆ ಸ್ಥಳಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆಗ yಗೆ ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣ ಬರೆಯಬಹುದು.

$$y = k_2 He/mv$$

ಇದರಲ್ಲಿ H ಆಯಸ್ಕಾಂತವಲಯದ ತೀವ್ರತೆ. k_1 ಮತ್ತು k_2 ಎಂಬ ನಿಯತಾಂಕ

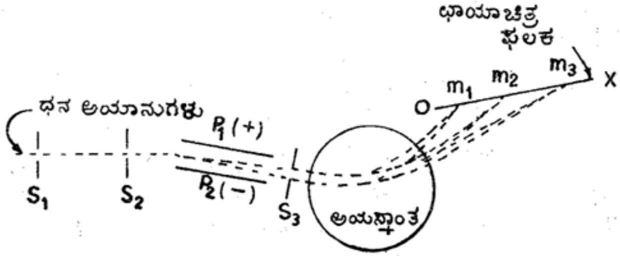
ಗಳು ಪ್ರಯೋಗ ಪಾತ್ರೆಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದರಿಂದ ಇವು ಬದಲಾವಣೆ ಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಮೇಲಿನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಅಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಬಾರಿ ಉಂಟು ಮಾಡಿದ್ದಾದರೆ, ಆಗ ಈ ಆಯಾನುಗಳು P ಎಂಬಲ್ಲಿ ಬೀಳಬೇಕು. ಅದರ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಪೆರಾಬೊಲ (Parabola) ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ತೋರಿಸಬಹುದು.

$$y^2/x = k\ H^2e/Vm$$

ಆಯಾನು ಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಕೋಟ್ಯಂತರ ಅಯಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅವೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಅವೆಲ್ಲಾ P ಎಂಬ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನ ಮೇಲೆಯೇ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ; ಒಂದು ಪೆರಾಬೊಲ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಈ AA ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಎಲ್ಲ ಅಯಾನುಗಳೂ ಒಂದೇ ತೂಕವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರು ತ್ತವೆ ಅಥವ m/e ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಬೇರೆ ತೂಕವುಳ್ಳ ಅಯಾನುಗಳು BB ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಪೆರಾಬೊಲವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ತೂಕಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಥಾಮ್ಸನ್ನನು ನಿಯಾನ್ ಅಯಾನುಗಳ ಮೇಲೆ ಈ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದಾಗ ಅವು ಗಳನ್ನು ಒಂದು ಇಕ್ಕಟ್ಟಾದ ಕೊಳವೆಯ ಮೂಲಕ ಹರಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಅಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯಗಳಿಗೆ ಒಡ್ಡಿ ಅಯಾನು ಕಿರಣವು ಹೊರಬಂದ ನಂತರ ಒಂದು ಛಾಯಾಗ್ರಹಣ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದನು. ಅಯಾನುಗಳು ತಗುಲಿದ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಕ್ರಿಯೆಯಾಯಿತು. ಆಕೃತಿಯನ್ನು ಸ್ಫುಟಗೊಳಿಸಿ ದಾಗ (develop) ಎರಡು ಪೆರಾಬೊಲಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡವು. ಒಂದು ತೆಳುವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತೊಂದು ದಟ್ಟವಾಗಿಯೂ ಇದ್ದುವು. ಇದರಿಂದ ನಿಯಾನಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಿವೆಯೆಂದೂ ಅವುಗಳ ತೂಕ 20 ಮತ್ತು 22 ಇದ್ದು, ಮೊದಲನೆಯದು ಎರಡರ ಒಂಬತ್ತರಷ್ಟಿದೆಯೆಂದೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು.

ಥಾಮ್ಸನ್ನನ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ತಿಳಿಯಬಹುದಾದರೂ ಅವುಗಳ ತೂಕ ಮತ್ತು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಬಹಳ ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವುದು ಸುಲಭವಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಆಸ್ಟನ್ ಎಂಬಾತನು ಇದನ್ನು ಸುಧಾರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ತೂಕ ರೋಹಿತದರ್ಶಕವನ್ನು (Mass spectroscope) ತಯಾರಿ ಸಿದನು. ಚಿತ್ರ 2ರಲ್ಲಿ ಆಸ್ಟನ್ನನ ಏರ್ಪಾಟು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಒಳಗೆ ಶೂನ್ಯವಿರುವ (ಅಂದರೆ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ ಒತ್ತಡವಿರುವ) ಒಂದು ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಧನ ಅಯಾನುಗಳು S_1 ಮತ್ತು S_2 ಎಂಬ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ತೂರಿಬರುತ್ತವೆ. ಇದರ ಉದ್ದೇಶ ಒಂದು ನೇರವಾದ ಸಣ್ಣ ಕಿರಣವನ್ನು ಮಾತ್ರ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು. ಇದು ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯದ ಮೂಲಕ ಬರುವಾಗ ಸ್ವಲ್ಪ ಬಗ್ಗಿ,



ಚಿತ್ರ 2. ಆಸ್ಟನ್ನನ ತೂಕ ರೋಹಿತದರ್ಶಕ

ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇವನ್ನು S_3 ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬಗ್ಗಿಸಿದರೆ, ಹರಡಿದ ಕಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಜೋಡಿಸಿಕೊಂಡು ಒಂದೇ (m/e) ಉಳ್ಳ ಅಯಾನುಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದು ರೇಖೆಯಾಗಿ ಛಾಯಾಗ್ರಹಣ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಥಾಮ್ಸನ್ನನ ಏರ್ಪಾಟಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಲಯಗಳೂ (fields) ಲಂಬವಾಗಿದ್ದು, ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತಿದ್ದುದರಿಂದ ಅಯಾನುಗಳು ಪೆರಾಬೊಲಗಳಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದುವು. ಈ ಹೊಸ ಏರ್ಪಾಟಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯದ ತೀವ್ರತೆ ಮತ್ತು ಅಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯದ ತೀವ್ರತೆ ಒಂದರನಂತರ ಒಂದು ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ (same plane) ಪರಿಣಾಮ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಅಯಾನು ಛಾಯೆ ಸರಳ ರೇಖೆಯಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ನಾವು ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಮಾಣು ಅಥವ ಅಣುವನ್ನು ನೋಡುವುದರಿಂದ ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನು ತೂಕ ರೋಹಿತದರ್ಶಕ (mass spectroscope) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಕೆಲವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಮಿಕ್ಕ ಎಲ್ಲ ಧಾತುಗಳಿಗೂ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳುಂಟೆಂಬುದನ್ನು ಆಸ್ಟನ್ನನು ಈ ಉಪಕರಣದ ಸಹಾಯದಿಂದ ತೋರಿಸಿದನು. ಕೆಲವು ಧಾತುಗಳಿಗೆ ಏಳು, ಎಂಟು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಕಂಡುಬಂದುವು. ಇಂಗಾಲಕ್ಕೆ 12, 13 ತೂಕದವು, ಸಾರಜನಕಕ್ಕೆ ಎರಡು (14, 15) ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಕ್ಕೆ ಮೂರು (16, 17, 18) ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ಕಂಡುಬಂದುವು. ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ನಾವು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಪರಮಾಣುತೂಕವು ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಸರಾಸರಿ ತೂಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ಲೋರೀನ್ ಪರಮಾಣುತೂಕ 35.5 ಇದ್ದುದರಿಂದ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಲ್ಲದ ಈ ಪರಮಾಣು ತೂಕಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂಬುದು ಬಹಳ ಕಾಲ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಆಸ್ಟನ್ನನು 35.5 ತೂಕದ ಕ್ಲೋರೀನ್ ಇಲ್ಲವೆಂದೂ, 35, 37ರ ಕ್ಲೋರೀನ್ 3 : 1 ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಸರಾಸರಿ 35.5 ಆಗಿದೆ ಎಂದೂ ತೋರಿಸಿದನು. ಹಾಗೆಯೇ ಬ್ರೋಮೀನ್ ತೂಕ 79.9 ಅಲ್ಲವೆಂದೂ 79 ಮತ್ತು 81ರ ಸಮಸ್ಥಾನಿ

ಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಸಮಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಸರಾಸರಿ 79.9 ಎಂದೂ ನಿರ್ಧರಿಸಿದನು.

ಆಸ್ಟನ್ನನ ಉಪಕರಣವು ಥಾಮ್ಸನ್ನರ ಉಪಕರಣಕ್ಕಿಂತ ಉತ್ತಮವಾದದ್ದಾದರೂ ಅನೇಕ ಅಣುಗಳ ಮಿಶ್ರಣವಿದ್ದಾಗ ಅವುಗಳ ಛಾಯೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಅದರಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಒತ್ತೊತ್ತಾಗಿ ಬಿದ್ದು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬೆರೆತುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದುವು. ಅಂದರೆ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಶಕ್ತಿ (**resolving power**) ಕಡಮೆ ಎಂದಾಯಿತು. ಇದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಸುಧಾರಿಸುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಡೆಂಪ್‌ಸ್ಟರ್ ಕೆಲವು ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದನು.

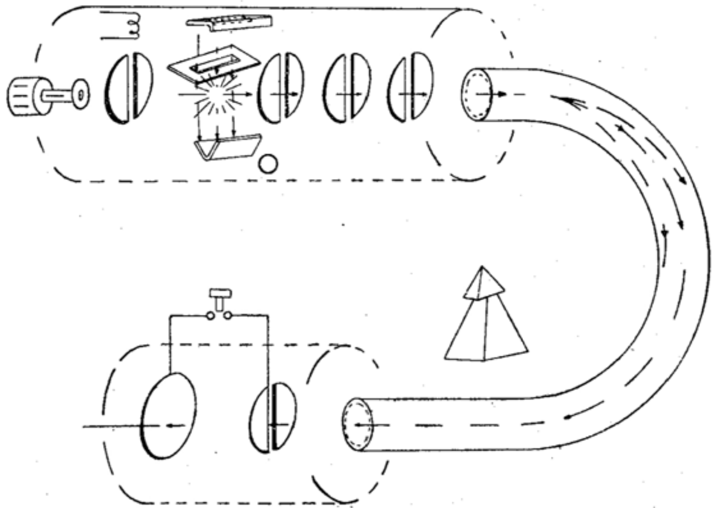
ಡೆಂಪ್‌ಸ್ಟರನು ಧನ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿಸುವಾಗ ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯದಿಂದ ಅವುಗಳ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು (**kinetic energy**) ಹೆಚ್ಚಿಸಿದನು. ಚಾಟಿಯಿಂದ ಹೊಡೆಸಿಕೊಂಡ ಕುದುರೆಯಂತೆ ಅವುಗಳವೇಗ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅವುಗಳ ಶಕ್ತಿ 4-5000eV ಅಷ್ಟಾಯಿತು. ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಲಂಬ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ (**perpendicular plane**) ಸುಮಾರು 4-5000 ಗಾಸ್‌ಗಳಷ್ಟು ತೀವ್ರತೆಯ ಅಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದರೆ ಅಯಾನುಗಳ ಮಾರ್ಗ ಅರ್ಧವೃತ್ತಾಕಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಆ ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು (ಚಿತ್ರ 3).

$$Ve = \tfrac{1}{2}mv^2$$

$$Hev = mv^2/r$$

$$r^2 = 2Vm/H^2e \quad \text{ಮತ್ತು} \quad m/e = H^2r^2/2V$$

V, e, m, v, H ಮತ್ತು rಗಳು ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದ ಸಂಕೇತಗಳೇ. ಹೀಗೆ ಬಗ್ಗಿದ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅರ್ಧವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಬಗ್ಗಿಸಿದ ಒಂದು ಕೊಳವೆಯ ಮೂಲಕ ಹರಿಸಿದರೆ ಯಾವ ಅಯಾನಿನ ಪಥದ ತ್ರಿಜ್ಯ (r) ಕೊಳವೆಯ ಬಾಗುವಿನ ತ್ರಿಜ್ಯವಾಗಿದೆಯೋ ಅದು ಮಾತ್ರ ಕೊಳವೆಯಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಅಥವ ಕಡಮೆ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಪಥಗಳುಳ್ಳ ಅಯಾನುಗಳೆಲ್ಲಾ ಕೊಳವೆಗೆ ತಗುಲಿ ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತುಅಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯಗಳ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುವುದರಿಂದಯಾವ ಒಂದು ಅಯಾನನ್ನು ಬೇಕಾದರೂ ಕೊಳವೆಯಿಂದ ಹೊರಬರುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಈಗ ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯದ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಮೆ ಮಾಡುತ್ತಾ ಬಂದರೆ 1, 2, 3, 4,........m ತೂಕವುಳ್ಳ ಅಯಾನುಗಳು ಕೂಡ ಕ್ರಮೇಣ ಕೊಳವೆಯಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸದೆ, ಅಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಆಗ ಕೂಡ ಕ್ರಮೇಣ 1, 2, 3, 4,............m ತೂಕವುಳ್ಳ ಅಯಾನುಗಳು ಕೊಳವೆಯ ಬಾಗುವಿನ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿ ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಹೊರಬಂದ ಅಯಾನುಗಳ

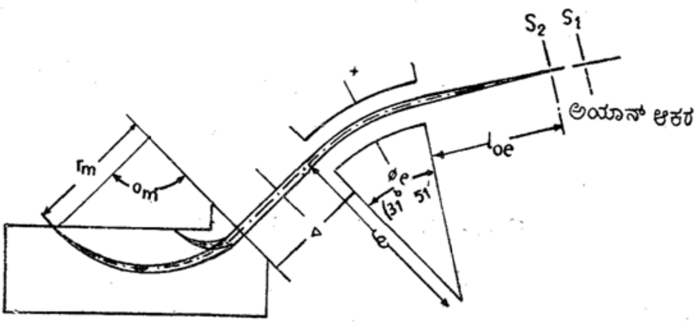


ಚಿತ್ರ 3. ಡೆಂಪ್‌ಸ್ಟರನ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕ

ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ವೃದ್ಧೀಕರಿಸಿ (amplify) ಒಂದು ಲೇಖಣಿಯನ್ನು (recorder pen) ತಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಆಗ ಅದು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಜರುಗುತ್ತಿರುವ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಶಿಖರಗಳ (peaks) ಗುರುತು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ತೂಕಕ್ಕೂ ಒಂದು ಶಿಖರ ಕಂಡುಬಂದು ಅವುಗಳ ಸ್ಥಳ ಮತ್ತು ಎತ್ತರ ಅವುಗಳತೂಕ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಈ ವಿಧದ ಉಪಕರಣವನ್ನು ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೋಗುತ್ತಿರುವ ಒಂದೇ ತೂಕದ ಎಲ್ಲ ಅಯಾನುಗಳನ್ನೂ ಒಂದುಗೂಡಿಸುವುದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ದಿಶಾ ನಾಭೀಕರಣ (Direction focussing) ಎಂದು ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಅಯಾನುಗಳು ಹುಟ್ಟಿದಾಗ ಅವುಗಳ ವೇಗ ಅಥವ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಾಭೀಕರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೆ ಆಗ ಅವುಗಳು ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ನಾಭೀಕರಿಸುವ ಬದಲು ಸ್ವಲ್ಪ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಅವುಗಳ ತೂಕವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಬೇನ್‌ಬ್ರಿಡ್ಜ್ ಎಂಬುವನು ಮೊದಲು ಅಯಾನುಗಳ ವೇಗವೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಆಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಅನಂತರ ನಾಭೀಕರಿಸಿದನು. ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ವೇಗ ನಾಭೀಕರಣ (velocity focussing) ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಅಣು ತೂಕ

ವನ್ನು 10,000 ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗದಷ್ಟು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯ ಬಹುದು.

ಮೆಟಾಂಕ್ ಮತ್ತು ಹರ್‌ಜೊಗ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಲ್ಲದೆ ನೀರ್ ಎಂಬು ವರೂ ದಿಶಾನಾಭೀಕರಣ ಮತ್ತು ವೇಗ ನಾಭೀಕರಣ ತತ್ವಗಳೆರಡನ್ನೂ ಉಪ ಯೋಗಿಸಿ ದ್ವಿನಾಭೀಕರಣ ತೂಕ ರೋಹಿತ ಮಾಪಕ (double focussing mass spectrometer) ಎಂಬ ಬಹಳ ಉತ್ತಮ ಉಪಕರಣವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ಅಣುತೂಕವನ್ನು 10 ಲಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗದಷ್ಟು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು (ಚಿತ್ರ 4).



ಚಿತ್ರ 4. ಮೆಟಾಂಕ್ ಮತ್ತು ಹರ್ಜೊಗ್ ಅವರ ಉಪಕರಣ

ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಹೊಸ ಹೊಸ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ವಿವಿಧ ತೂಕ ರೋಹಿತ ಮಾಪಕಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವುಗಳು ಸೈಕ್ಲಾಯಿಡಲ್ ತೂಕರೋಹಿತಮಾಪಕ, ಪಲಾಯನ ಕಾಲ ತೂಕ ರೋಹಿತ ಮಾಪಕ (time of flight mass spectrometer) ಮತ್ತು ಚತುರ್ಧ್ರುವ (quadrupole) ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕ.

ಇದುವರೆಗೆ ಈ ಉಪಕರಣದ ರಚನೆಯ ತತ್ವವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪರಿಶೀಲಿ ಸಿದ್ದೇವೆ. ಇದರ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಉಪಕರಣದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಗಮನ ಕೊಡೋಣ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನು 6 ಭಾಗವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. 1. ಶೂನ್ಯ ಪ್ರದೇಶ ಉತ್ಪಾದಕ 2. ವಸ್ತು ಪ್ರವೇಶನ (sample introduction) 3. ಅಯಾನು ಉತ್ಪಾದನೆ 4. ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಕೊಳವೆ (analyser tube) 5. ಸಂಗ್ರಾಹಕ 6. ಫಲಿತಾಂಶ ಪ್ರದರ್ಶನ (result display).

ಶೂನ್ಯ ಪ್ರದೇಶ ಉತ್ಪಾದಕ: ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಶೂನ್ಯ ಪ್ರದೇಶ ಉತ್ಪಾದನೆ ಬಹಳ ಆವಶ್ಯಕ. ಇದಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅಯಾನುಗಳು ಅಣುಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಸುಮಾರು 10^{-6} ಮಿಲಿಮೀಟರ್ ಪಾದರಸದಷ್ಟು (ಅಂದರೆ ಬಾರಾ ಮೀಟರಿನಲ್ಲಿ ಪಾದರಸದ ಸ್ತಂಭದ ಎತ್ತರ ಮಿಲಿ ಮೀಟರಿನ 1/1,000,000ರಷ್ಟು ಇರುವ) ಶೂನ್ಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬೇಕು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಪಂಪ್ (mechanical pump) ಅಲ್ಲದೆ ಎಣ್ಣೆಯ ಅಥವ ಪಾದರಸದ ಪ್ರಸರಣ (diffusion) ಪಂಪ್ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ವಸ್ತು ಪ್ರವೇಶನ: ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಧಾತುವಾಗಲಿ, ಸಂಯುಕ್ತವಾಗಲಿ, ಅದನ್ನು ಅನಿಲ ರೂಪದಲ್ಲೇ ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಅದು ಘನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅಥವ ದ್ರವ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಶಾಖ ಕೊಟ್ಟು ಅನಿಲ ರೂಪಕ್ಕೆ ತರಬೇಕು. ಅನಂತರ ಆ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಅಳಿದು ಒಂದು ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಅಯಾನು ಉತ್ಪಾದನ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಬೇಕು. ಇದು ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಪ್ರಸರಿಸು(diffuses)ತ್ತದೆ.

ಅಯಾನು ಉತ್ಪಾದನೆ: ಅಣುಗಳನ್ನು ಶಕ್ತಿಯುತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದ ಹೊಡೆದದ್ದೇ ಆದರೆ ಅಣುಗಳಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹೊರಬಿದ್ದು ಅಯಾನು ಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಉರಿಯುವ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್ ತಂತಿಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಿ ಸುಮಾರು 75 ವೋಲ್ಟುಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಕೊಟ್ಟು ಅವು ಅಣುಗಳ ದಾರಿಗೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಆಗ ಅವು ಅಣುಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು ತಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅವುಗಳಿಗೆ ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಅಣುಗಳು ತಮ್ಮಿಂದ ಒಂದು ಅಥವ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ವೇಳೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅನಿಲ ರೂಪಕ್ಕೆ ತರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕಬ್ಬಿಣ, ಮರಳು ಮುಂತಾದವು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಈ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಟಂಗಸ್ಟನ್ ತಂತಿಗೆ ಸವರಿದ್ದೇ ಆದರೆ, ಆಗ ಅದರ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಅವು ಕರಗಿ ಆವಿಯಾಗಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಅಯಾನು ಗಳಾಗುವುದುಂಟು. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಡಿಗೆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸವರಿ ಅದರ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಿಡಿಯನ್ನು (spark) ಹಾರಿಸಿದರೆ ಆಗ ಕೂಡ ಅಯಾನುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಆಯಾನುಗಳು ವಿದ್ಯುದ್ವಲಯ ಮತ್ತು ಅಯಸ್ಕಾಂತ ವಲಯದಲ್ಲಿ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಕೊಳವೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಅನಂತರ ಇವುಗಳು ಸಂಗ್ರಾಹಕ (collector)ಕ್ಕೆ ತಗುಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ವರ್ಧಕದ (amplifier) ಮೂಲಕ ಒಂದು ರೆಕಾರ್ಡರ್‌ನಲ್ಲಿ ಗುರುತು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಫಲಿತಾಂಶ ಪ್ರದರ್ಶಕ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಈಗ ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಯಾವ ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸ

ಬಹುದೆಂದು ವಿಚಾರಿಸೋಣ. ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕಗಳನ್ನು ಇಷ್ಟು ಖಚಿತವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಇದು ಬಿಟ್ಟು ಬೇರೆ ಯಾವ ರೀತಿಯೂ ಇಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಜಲಜನಕದ ತೂಕ 1.007825 ± 8* ಬೆಳ್ಳಿ 108.904756 ± 5* ಯುರೇನಿಯಂ 235.043915 ± 22*. ಈ ಕಾರ್ಯ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈಗ ನಮಗೆ ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕಗಳೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಗೊತ್ತುಂಟು.

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ಧಾತುಗಳಿಗೆ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳುಂಟೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆವಷ್ಟೆ. ಈ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ಎಷ್ಟು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಿವೆ, ಅವುಗಳ ಸೇಕಡ ಪ್ರಮಾಣ ಎಷ್ಟು ಎಂದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ ತೂಕ 2 ಇರುವ ಡ್ಯೂಟೇರಿಯಂ ಎಂಬ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಇದೆಯೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಡ್ಯುಟೇರಿಯುಮನ್ನು ಜಲಜನಕದಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಆ ರೀತಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಹೈಡ್ರೊಜನನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಸಾರೀಕರಿಸಬೇಕು. ಅಂದರೆ, ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿನ ಡ್ಯುಟೇರಿಯಂ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗಬೇಕು. ಆ ಸಾರೀಕರಣ ಹೇಗೆ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ ತೂಕ ರೋಹಿತ ಮಾಪಕ ಬಹಳ ಸಹಕಾರಿ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬೊರಾನ್ (10, 11), ಇಂಗಾಲ (12, 13), ಸಾರಜನಕ (14, 15) ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವಾಗ ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಯುರೇನಿಯಂ-235 ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಯುರೇನಿಯಂನಲ್ಲಿ ಕೇವಲ 0.7% ಮಾತ್ರ ಇದೆ. ಇದನ್ನು ಯುರೇನಿಯಂ-238ರಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವಾಗ ಬೇರ್ಪಡಿಕೆ ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ಸಾಗಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿಗೆ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಎಂಬ ಕೃತಕ ಧಾತು ಅಗತ್ಯ. ಇದಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಿದ್ದರೂ Pu^{239} ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗವಾದುದು. ಇದನ್ನು ತಯಾರಿಸುವಾಗ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ Pu^{240}, Pu^{241}ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಈ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಹಗುರ ಧಾತುಗಳು ಕೂಡ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಸ್ವಲ್ಪ ವಿಕಿರಣತೆಯನ್ನು (radio activity) ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಆ ಧಾತುವಿನ ಎಲ್ಲ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳೂ ವಿಕಿರಣಶೀಲವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಯಾವ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ವಿಕಿರಣಶೀಲ

* ಕಡೆಯ ಅಂಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿದೆ.

ವಾದುದೆಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಛಾಯಾಗ್ರಹಣ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡ ಬಹುದು. ಅನಂತರ ಅವುಗಳು ಬಿದ್ದಿರುವ ಸ್ಥಳವನ್ನು (ಪ್ರತಿಬಿಂಬದಿಂದ ಗುರ್ತಿಸಿ) ಕತ್ತರಿಸಿ ಯಾವ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗೆ ವಿಕಿರಣತೆ ಇದೆ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂನಲ್ಲಿರುವ K–40ಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ವಿಕಿರಣತೆ ಇದೆಯೆಂದೂ K-39ಕ್ಕೆ ಇಲ್ಲವೆಂದೂ ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಹಾಗೆಯೇ ರುಬಿಡಿಯಂ–87, ಇಂಡಿಯಂ –115, ಲಾಂತನಂ–138, ನಿಯೋಡಿಮಿಯಂ–150, ಸಮೇರಿಯಂ–147, ಲುಟೇಸಿಯಂ–176 ಮತ್ತು ರೇನಿಯಂ–187 ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ವಸ್ತುಗಳೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಬಹಳ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಬೆಲೆ ಬಹಳ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನವು ಯುರೇನಿಯಂ 235 ಮತ್ತು 238ನ್ನು ಈ ಉಪಕರಣಗಳ ಮೂಲಕ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಬಹಳವಾಗಿ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿತು. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೂ ಉತ್ತಮ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಕಾರಣ ಈ ಪ್ರಯತ್ನ ಬಹಳವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಯಲಿಲ್ಲ.

ವಿಶ್ಲೇಷಣ : ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದಿಂದ ಪರಮಾಣುತೂಕವನ್ನಲ್ಲದೆ ಅಣುತೂಕವನ್ನು ಕೂಡ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಅಣುಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನಿಂದ ಹೊಡೆಯಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ಅವುಗಳು ಕೂಡ ಅಯಾನುಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವುವೇಳೆ ಅವು ಅಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು, ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಅಯಾನುಗಳಾಗಿ ಒಡೆಯುವುದುಂಟು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಇಂಗಾಲದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಮೊದಲು CO_2^+ (ತೂಕ 44) ಆಗಿ ಅನಂತರ CO^+ (28) ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಒಡೆಯುತ್ತದೆ.

$$CO_2 + e \rightarrow CO_2^+ + 2e$$
$$CO_2^+ \rightarrow CO^+ + O$$

ಇದರಿಂದ ನಾವು ತೂಕ 44 ಮತ್ತು 28 ಎರಡಕ್ಕೂ ಸಂಜ್ಞೆ ನೋಡಬಹುದು. ಅದರೆ ರೆಕಾರ್ಡರ್‌ನಲ್ಲಿ CO_2^+/CO^+ ಅನುಪಾತ ಎಷ್ಟುಸಲ ಪ್ರಯೋಗಮಾಡಿದರೂ ಒಂದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್, ಮೀಥೇನ್, ಈಥೇನ್ ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕಗಳಿವೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ನಮಗೆ ಇವುಗಳ ಸೇಕಡ ಪ್ರಮಾಣಗಳು ತಿಳಿಯಬೇಕಾಗಿದೆ. ನಾವು ಈ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ವಸ್ತು ಪ್ರವೇಶನದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ 100 ಮೈಕ್ರಾನ್

ಒತ್ತಡದಷ್ಟು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಬರುವ ತೂಕದ ಸಂಜ್ಞೆಗಳ ಎತ್ತರವನನ್ನು ರೆಕಾರ್ಡರ್‌ನಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ತೂಕಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಎತ್ತರವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ (A). ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಶುದ್ಧರೂಪದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದು ಕೊಂಡರೆ ಬರುವ ಅವುಗಳ ಎತ್ತರಗಳನ್ನೂ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ (B).

ತೂಕ	ಎತ್ತರ (A)	ಎತ್ತರ (B)
16	64	210 (CH_4)
28	102	
30	75	400 (C_2H_6)
32	68	335 (O_2)
44	45	300 (CO_2)

A ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ 16ರ ಎತ್ತರ 64 ತಾನೆ? ಇದಕ್ಕೆ CH_4^+ ಮಾತ ಕಾರಣವಿಲ್ಲ; O^+ ಸಹ ಅದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಆದುದರಿಂದ ಅದು CH_4^+ಯಿಂದ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ O^+ಯಿಂದ ಬರುವ ಎತ್ತರಗಳ ಮೊತ್ತ. ಹಾಗೆಯೇ 28ರ ಎತ್ತರ ಸಾರಜನಕದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ N_2^+, ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ನಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ CO^+, ಮತ್ತು ಈಥೇನ್ ವಿಚ್ಛೇದನದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ $C_2H_4^+$ಗಳ ಮೊತ್ತ. ಆದರೆ 30, 32,34ಗಳು ಮಾತ್ರ ಆಯಾ ಪದಾರ್ಥಗಳ ನಿಜ ಎತ್ತರ. ಆದುದರಿಂದ ಮೊದಲು ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ನ ಸೇಕಡ ಪ್ರಮಾಣ ವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸೋಣ. 100 ಮೈಕ್ರಾನ್ ಶುದ್ಧ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಬರುವ ಎತ್ತರ 300. ಆದ್ದರಿಂದ 45 ಎತ್ತರಕ್ಕೆ $45 \times 100/300 = 15$ ಮೈಕ್ರಾನ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪ್ರಮಾಣ 20.3 ಮತ್ತು ಈಥೇನ್ ಪ್ರಮಾಣ 18.75 ಮೈಕ್ರಾನ್‌ಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಆಮ್ಲಜನಕದಲ್ಲಿ 6% ನಷ್ಟು (16)ರ ತೂಕ ಕಂಡುಬರುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ 0^+. ಅಂದರೆ (32)ರ ಎತ್ತರ 68 ಆಗಿರುವುದರಿಂದ (16)ರ ಎತ್ತರ $68 \times 0.06 = 4.08$. ಆದುದರಿಂದ (16)ರಲ್ಲಿ ಮಿಥೇನ್ ಭಾಗ $= 64 - 4.1 = 59.9$ ಮತ್ತು ಅದರ ಒತ್ತಡ $59.9 \times 100/210 = 28.4$ ಮೈಕ್ರಾನ್. ಈಗ ಸಾರಜನಕದ ಒತ್ತಡ=

100–(ಮಿಥೇನ್ + ಈಥೇನ್ + ಆಮ್ಲಜನಕ + ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡು)
= 14.75 ಮೈಕ್ರಾನ್.

ಈಗ ಮಿಶ್ರಣದಲ್ಲಿ $CO_2 = 15\%$, $O_2 = 20.3\%$, $C_2H_6 = 18.75\%$, $CH_4 = 28.4\%$ ಮತ್ತು $N_2 = 14.75\%$ ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಮೇಲೆ ತೋರಿಸಿರುವ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರವನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ ಅನಿಲಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅನಿಲದ ಒಟ್ಟು ಒತ್ತಡ ಅಯಾನೀಕರಣ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ 10^{-6} ಮಿಮಿ.ನಷ್ಟಿರುವುದರಿಂದ ಮತ್ತು ಅನಿಲವು ಕೇವಲ 4–5 ಮೈಕ್ರೊ ಸೆಕೆಂಡ್ ಕಾಲ ಮಾತ್ರ ಅಲ್ಲಿ ಕಳೆಯುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಸಂಧಿಸುವ ಸಂಧರ್ಭ ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ಈ ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣಗಳು ಬಹಳ ಸಂಕೀರ್ಣವಾದುವಾದರೆ ಅವುಗಳಿಂದ ಬರೆಯಬಹುದಾದ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಶುದ್ಧೀಕರಿಸುವ ಕಾರ್ಖಾನೆಯಲ್ಲಿ ಅದರಿಂದ ಬರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳ ಶುದ್ಧತೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನುಪಯೋಗಿಸುವುದುಂಟು. ಅಂತೆಯೇ ಸುವಾಸನೆ ಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಾಸನೆ ವಸ್ತುವಿನ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಕೂಡ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಘನವಸ್ತುಗಳ ಅಯಾನೀಕರಣ ವಿಧಾನವನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆವಷ್ಟೆ. ಸಿಲಿಕಾನ್ ಜರ್ಮೇನಿಯಂ ಮೊದಲಾದ ಅರೆವಾಹಕಗಳು (semiconductors) ಬಹಳ ಶುದ್ಧವಾಗಿರಬೇಕು. ಇವುಗಳ ಶುದ್ಧತೆಯನ್ನು ಸುಮಾರು 10 ಕೋಟಿಯಲ್ಲಿ 1 ಭಾಗದಷ್ಟು ಸರಿಯಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಉಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ನಿಯೋಬಿಯಂ, ಟಾಂಟಲಂ, ಮೆಂಗನೀಸ್, ರಂಜಕ ಮೊದಲಾದುವು ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಅವು ಉಕ್ಕಿನ ಗುಣವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತವೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಅವುಗಳೆಷ್ಟಿವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಅಶುದ್ಧತೆಯನ್ನು ಕೇವಲ ಒಂದು ಘಂಟೆಯೊಳಗೆ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.

ಶಿಲೆಗಳ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ವಯಸ್ಸು ನಿರ್ಧಾರ: ಶಿಲೆಗಳ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ವಯಸ್ಸನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಕೂಡ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯು ಸುಮಾರು 450 ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಹುಟ್ಟಿತೆಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಹೇಗೆ ಗೊತ್ತಾಯಿತು? ಭೂಮಿಯ ವಯಸ್ಸು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಅನೇಕ ಮಾರ್ಗಗಳಿದ್ದರೂ ಸೀಸದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ದಾಮಾಷಾ (ratio) ವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು ಕೂಡ ಒಂದು ವಿಧ. ಸೀಸಕ್ಕೆ ನಾಲ್ಕು ಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಿವೆ (ತೂಕ 204, 206, 207 ಮತ್ತು 208). ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕಡೆಯ ಮೂರು ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಜನಿಸಿದವು.

$$U^{238} \xrightarrow{-8\alpha} Pb^{206}$$

$$U^{235} \xrightarrow{-7\alpha} Pb^{207}$$

$$Th^{232} \xrightarrow{-6\alpha} Pb^{208}$$

ಯುರೇನಿಯಂ 238 ಮತ್ತು 235 ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಎಂಟು ಮತ್ತು ಏಳು ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಸೀಸ 206, 207 ಆಗುತ್ತವೆ. ಥೋರಿಯಂ ನಿಂದ ಸೀಸ 208 ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿ ಜನಿಸಿದಾಗ ಸೀಸದ ಸಮ ಸ್ಥಾನಿಗಳ ದಾಮಾಷಾ ಒಂದಿತ್ತೆಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಭೂಮಿ ದ್ರವರೂಪದಿಂದ ಘನರೂಪಕ್ಕೆ ಬರುವವರೆಗೆ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಸೀಸದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ದಾಮಾಷಾ ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲೂ ಒಂದೇ ಆಗಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಶಿಲೆಯಲ್ಲಿ ಸೀಸ ಮಾತ್ರ ಇದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ದಾಮಾಷಾ ಭೂಮಿ ಗಟ್ಟಿಯಾದಾಗ ಇದ್ದ ದಾಮಾಷಾವೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಆ ಶಿಲೆಯಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಅಥವ ಥೋರಿಯಂ ಇದ್ದದ್ದೇ ಆದರೆ, ಅವುಗಳಿಂದ ಕೋಟ್ಯಂತರ ವರ್ಷಗಳನಂತರ ಸೀಸ 206, 207 ಮತ್ತು 208 ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ, ಅವುಗಳ ದಾಮಾಷಾ ಬದಲಾಯಿಸಿರು ತ್ತದೆ. ಈ ಶಿಲೆ t ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಜನಿಸಿತೆಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಆಗ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ U_t ಎಂದೂ ಈಗ U_o ಎಂದು ಭಾವಿಸೋಣ.

$$U_t^{238} = U_o e^{\lambda t}\text{;}\quad Pb^{206} = U_t^{238} - U_o^{238}$$

$$\therefore Pb^{206} = U_o^{238}(1 - e^{\lambda^{238}t})$$

ಹೀಗೆಯೇ $Pb^{207} = U_o^{235}(1 - e^{\lambda^{235}t})$

λ ಆಯಾ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಶನಸಂಖ್ಯೆ (decay constant)

$$Pb^{207}/Pb^{206} = U_o^{235}/U_o^{238}\left[\frac{1 - e^{\lambda^{235}t}}{1 - e^{\lambda^{238}t}}\right]$$

ಈಗಿನ ಯುರೇನಿಯಂ ಶಿಲೆಯಲ್ಲಿ $U_o^{235}/U_o^{238} = 1/139$ ಎಂದು ಗೊತ್ತಿದೆ. ಎರಡು ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ನಶನಸಂಖ್ಯೆ ಕೂಡ ಗೊತ್ತಿದೆ. Pb^{207}/Pb^{206} ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾದರೆ ಆಗ ಗತಿಸಿದ ಕಾಲ t ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಬಹುದು.

ಈ ದಾಮಾಷಾವನ್ನು ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಶಿಲೆಯು ಜನಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಸೀಸವಿದ್ದದ್ದೇ ಆದರೆ, ಅದರಿಂದಾಗುವ ದೋಷವನ್ನು ಈ ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡುವಾಗ ತಿದ್ದಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಆ ಶಿಲಾಸ್ಥಾನದ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಇಲ್ಲದ ಬೇರೆ ಒಂದು ಶಿಲೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಸೀಸದಲ್ಲಿ 204, 206 ಮತ್ತು 207 ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ದಾಮಾಷಾ

ಕಂಡುಹಿಡಿದು, ಮೊದಲನೆ ಶಿಲೆಯಲ್ಲಿರುವ 204 ಸಮಸ್ಥಾನಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ದೋಷವನ್ನು ತಿದ್ದಬೇಕು.

ಶಿಲೆಗಳ ವಯಸ್ಸು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಪೊಟಾಸಿಯಂ–40 ಮತ್ತು ರುಬಿಡಿಯಂ–87 ಎಂಬ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳನ್ನು ಇದೇ ರೀತಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳಿಂದ

$K^{40} \rightarrow Ar^{40}$ $t_{\frac{1}{2}}$ (ಅರ್ಧಾಯುಸ್ಸು) $= 1.3 \times 10^{9}$ ವರ್ಷಗಳು

$Rb^{87} \rightarrow Sr^{87}$ $t_{\frac{1}{2}}$ (ಅರ್ಧಾಯುಸ್ಸು) $= 6.2 \times 10^{10}$ ವರ್ಷಗಳು

ಆರ್ಗಾನ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ ಎಂಬ ಧಾತುಗಳು ಹುಟ್ಟುತ್ತವೆ. ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ–40 ಆರ್ಗಾನ್–40 ಮತ್ತು ರುಬಿಡಿಯಂ–87 ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ–87ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಅಳೆದರೆ, ಆಗ ಆ ಶಿಲೆಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳನ್ನಳೆಯಲು ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ವಯಸ್ಸಿನ ಅಳತೆ ಸರಿಯಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ ಶಿಲೆಯಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ಆರ್ಗಾನ್ ಅನಿಲ ತೂರಿಹೋಗಬಾರದು. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಚಂದ್ರನಿಂದ ತಂದ ಶಿಲೆಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು.

ಅಣುಸೂತ್ರನಿರ್ಧಾರ

ಸಾವಯವ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಸ್ಯಗಳಿಂದ, ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಹೊಸ ಹೊಸ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ; ಕೃತಕವಾಗಿ ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಸಾವಿರಾರು ಹೊಸ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಯಾವುದೇ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಅದರ ಅಣುತೂಕ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳು ಮತ್ತು ಆ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹಾಗೂ ಅಣುವಿನ ರಚನೆ (Structure) ಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 1–2 ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತಿದ್ದುವು. ಇವು ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಈ ಕೆಲಸಗಳು ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿರುವುದರಿಂದ 1–2 ವಾರಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ಸಂಪೂರ್ಣ ರಚನೆ ಪತ್ತೆಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈಗ ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ವಿಚಾರಿಸೋಣ.

ಅಯಾನೀಕರಣವನ್ನು (ionisation) ಹಿಂದೆಯೇ ವಿವರಿಸಿದ್ದೇವಷ್ಟೆ. ಯಾವುದೇ ಸಾವಯದ ಅಣುಗಳನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದ ತಾಡಿಸಿದಾಗ ಮೊದಲು ಜನಕ ಅಯಾನು (parent ion) ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಜನಕ ಅಯಾನುಗಳು ಒಡೆದು ಜನ್ಯ ಅಯಾನು (daughter ions) ಗಳಾಗುತ್ತವೆ.

$$M + e \rightarrow M^{+} + 2e \qquad CH_3OH \rightarrow CH_3OH^{+}$$

ಈಗ ಜನಕ ಅಯಾನಿನ ತೂಕ ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆ ಅಣುತೂಕ ಕಂಡು ಹಿಡಿದಂತಾಗುವುದು. ಇದು ಸಮಸಂಖ್ಯೆಯಾಗದೆ ಬೆಸಸಂಖ್ಯೆಯಾದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ

ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇವೆಯೆಂದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕೂಡ ಬೆಸವೆಂದೂ ಊಹಿಸಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಅವುಗಳ ವೇಲೆನ್ಸಿ ಅಥವಾ ಸಂಯೋಗ ಶಕ್ತಿ (valency) ಬೆಸವಾಗಿರುವುದು.

ಸಾವಯುವ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲವಿದ್ದೇ ಇರಬೇಕು. ಇಂಗಾಲದ ತೂಕ 12. ಇದಕ್ಕೆ 13ರ ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಒಂದುಂಟು ಮತ್ತು ಇದರ ಸೇಕಡ ಪ್ರಮಾಣ 10%. ಇದರಿಂದ ಜನಕ ಅಯಾನಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಅಧಿಕ ತೂಕದ, ಅಂದರೆ M+1 ತೂಕದ ಅಯಾನು ಕೂಡ ಕಂಡುಬರಬೇಕು. ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಇದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಆ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ 10 ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳಿದ್ದರೆ (M+1)ನ ಎತ್ತರ M ಎತ್ತರದ $10 \times 1.01\%$ನಷ್ಟು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ನಾವು (M+1) ಮತ್ತು M ಗಳನ್ನು ಅಳೆದು ಅವುಗಳ ದಾಮಾಷಾವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಬೇರೆ ಕಾರಣಗಳಿಂದ (M + 1) ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ನಮಗೆ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಂಡುಬರಬಹುದು. ಆಗ ಅದು ಆ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಒಂದು ಗರಿಷ್ಟ ಮಿತಿ (upper limit)ಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಜಲಜನಕ, ಸಾರಜನಕ ಮೊದಲಾದ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕ ಪೂರ್ಣ ಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿರದೆ 1.007825, 10.003074 ಮೊದಲಾಗಿ ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ತೂಕ ದೋಷ (mass defect)ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈಗ ನಾವು ಮೂರು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ: ಕಾರ್ಬನ್ ಮಾನಾಕ್ಸೈಡ್ ಸಾರಜನಕ, ಎಥಿಲೀನ್‌ಗಳ ಅಣುತೂಕ 28. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಖಚಿತ ತೂಕ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

CO	28.0038
N_2	28.0151
C_2H_4	28.0403

ಈಗ ನಾವು ದ್ವಿನಾಭೀಕರಣ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕ (Double focussing mass spectrometer)ದಿಂದ ಇವುಗಳ ತೂಕ ದೋಷ ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದೇ ಆದರೆ, ಅದು 28.0403 ಆದರೆ ಅದರ ಸೂತ್ರ C_2H_4 ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಯಾವುದೊಂದೇ ಖಚಿತ ತೂಕಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ಸೂತ್ರಗಳು ಮಾತ್ರ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಪ್ರತಿ ತೂಕ ದೋಷಕ್ಕೂ ಹೊಂದುವ ಸೂತ್ರಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಿ ಅವುಗಳ ಸೂತ್ರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಮುಂದಿನ ಕಾರ್ಯ, ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸ್ಥಾನ ಎಲ್ಲಿ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು. ಜನಕ ಅಯಾನಿನ ಸ್ಥಿರತೆ ಮತ್ತು ಅಸ್ಥಿರತೆಗೆ ಕೆಲವು

ನಿಯಮಗಳಿವೆ. ನೇರವಾದ ಪ್ಯಾರಫಿನ್ ಮತ್ತು ಆರೊಮೆಟಿಕ್ ಹೈಡ್ರೊಕಾರ್ಬನ್‌ಗಳ ಜನಕ ಅಯಾನುಗಳು ಬಹಳ ಸ್ಥಿರವಾದವು. ಅಂದರೆ ಇವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ತೆರಳಿ ಸಂಗ್ರಾಹಕಕ್ಕೆ ತಗುಲಲು ಸುಮಾರು 3-4 ಮೈಕ್ರೊ ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ಕಾಲ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜನಕ ಅಯಾನುಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಛಿದ್ರವಾಗದೆ ರೆಕಾರ್ಡರ್‌ನಲ್ಲಿ ಎತ್ತರವಾದ ಶಿಖರವಾಗಿ (tall peak) ಕಂಡು ಬರುತ್ತವೆ. ಜನಕ ಅಯಾನುವಿಗಿಂತ ಜನ್ಯ ಅಯಾನು ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಥಿರವಾದದ್ದಾದರೆ ಅದೂ ಕೂಡ ಎತ್ತರವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಬರೆಯಬಹುದು.

ಆರೊಮೇಟಿಕ್ ವಸ್ತು > ಆಲಿಸೈಕ್ಲಿಕ್ > ನೇರ ಹೈಡ್ರೊಕಾರ್ಬನ್ > ಶಾಖೆಯುಳ್ಳ ಹೈಡ್ರೊಕಾರ್ಬನ್ > ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್.

ಜನ್ಯ ಅಣುಗಳ ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಅವುಗಳನ್ನು ಯುಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೂಡಿಸಿದ್ದೇ ಆದರೆ ಆ ಅಣುವಿನ ಸಂಪೂರ್ಣ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಫೀನೈಲ್ ಅಲನೀನ್‌ನ ಮೀಥೈಲ್ ಎಸ್ಟರ್ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ.

$$C_6H_5-CH_2-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}-COOCH_3$$

ಇದರ ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೂಕ 91,120 ಮತ್ತು 179ಗಳು ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಜನಕ ಅಯಾನು 179. 120 ಮತ್ತು 91ಗಳು ಜನ್ಯ ಅಯಾನುಗಳು. 91ನ್ನು $C_6H_5CH_2^+$ ಎಂದೂ 120 ಅನ್ನು

$$C_6H_5-CH_2-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH^+}}$$ ಎಂದೂ ಊಹಿಸಬಹುದು.

ರೇಷ್ಮೆಯಲ್ಲಿರುವ ಫಿಬ್ರಾಯಿನ್‌ನಿಂದ ಪೆಪ್ಟೈಡ್‌ಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಮಾಡಿದ್ದೇ ಆದರೆ ಅನಂತರ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿವೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಯಾವ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಾಧಿಸಲು ಬಹಳ ಕಾಲ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ಪೆಪ್ಟೈಡ್‌ಗಳನ್ನು N – ಅಸಿಟೈಲ್ ಪೆಪ್ಟೈಡ್ ಆಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ಅದನ್ನು ಅನಂತರ ಸಂಪೂರ್ಣ ಮಿಥಿಲೇಷನ್‌ಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿ ಅದರ ಅನಿಲವನ್ನು ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದರು. ಅದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ತೂಕದ ಅಯಾನುಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡುವು. ಅವುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಅದರ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಅನುಕ್ರಮವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲಾಯಿತು. ಅದು ಹೀಗಿದೆ: ಗ್ಲೈಸೀನ್ – ಅಲನೀನ್ – ಗ್ಲೈಸೀನ್ – ವೇಲೀನ್– ಗ್ಲೈಸೀನ್

– ಅಲನೀನ್ – ಗ್ಲೈಸೀನ್ –ಟೈರೊಸೀನ್. ಇಷ್ಟು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಕೇವಲ ಒಂದು ಘಂಟೆ ಕಾಲವಾದರೆ ಸಾಕು. ತೂಕ ರೋಹಿತಮಾಪಕ ಎಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವಾದ ಉಪಕರಣ ಎಂಬುದನ್ನು ಇದು ನಿದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ಉಪಕರಣದ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೆ ಕೊನೆ ಎಂಬುದೇ ಇಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವವರ ಚುತುರತೆಯನ್ನು ಅದು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ಸುಮಂಗಲ ಚಂದ್ರಶೇಖರಯ್ಯ
ಮತ್ತು
ಡಾ. ಎಂ. ಎಸ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರಯ್ಯ

ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿಯ ಚೋದ್ಯ

ನಮಗೆ, ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಪಟ್ಟಣಿಗರಿಗೆ ನಮ್ಮ ದಿನಚರಿಯ ಗೊಂದಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕೃತಿಯು ನೀಡಿರುವ ಅನೇಕ ಅದ್ಭುತಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಆನಂದಿಸುವ ಅಭ್ಯಾಸ ಕಡಮೆ.

ಪ್ರಕೃತಿಮಾತೆಯ ವರಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ನಿಬಿಡವಾದ ಅರಣ್ಯದ ಮಧ್ಯಕ್ಕೇ ಹೋಗುವ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇಲ್ಲ. ಬಹುವಾಗಿ ಅವು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಲ್ಲೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಆ ಕಡೆ ಗಮನವಿಟ್ಟು ವೀಕ್ಷಿಸದೆ ಅವು ನಮಗೆ ಕಾಣವು. ಇಂತಹ ಒಂದು ಅತ್ಯಂತ ಕುತೂಹಲಕರವಾದ ಮತ್ತು ಅಷ್ಟೇ ಅದ್ಭುತವಾದ ಪ್ರಕೃತಿವ್ಯಾಪಾರ ಹಕ್ಕಿಗಳ ವಲಸೆ.

ಮಾನವನು ಸಾಧಿಸಿರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ, ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಗತಿಯ ವಿಷಯಗಳು ದಿನಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲೂ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬರುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇತ್ತೀಚಿನ ಚಂದ್ರಲೋಕದ ಯಾತ್ರೆಯಿಂದಾಗಿ ಮಾನವಕೃತ ಅದ್ಭುತಗಳ ಮುಂದೆ ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಚೋದ್ಯಗಳು ತೃಣಮಾತ್ರವೆಂಬ ಭಾವನೆ ಬಹು ಜನರಲ್ಲಿ ಬರುವುದು ಸಹಜ. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಸತ್ಯಕ್ಕೆ ದೂರವಿರುವ ವಿಷಯ ಇನ್ನೊಂದಿಲ್ಲ. ಮಾನವನ ಕೃತ್ಯಗಳು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಾಗಲೀ, ಭವ್ಯತೆಯಲ್ಲಾಗಲೀ ಪ್ರಕೃತಿ ಭಂಡಾರದಲ್ಲಿರುವ ಕೃತಿಗಳಿಗೆ ಸರಿದೂಗಲಾರವು. ಅಂದರೆ ಇದು ಮಾನವನ ಸಾಧನೆಯ ಅವಹೇಳನವಲ್ಲ, ಪ್ರಕೃತಿತಾಯಿಯ ಅಸದೃಶ ಅತಿಮಾನುಷತೆಯನ್ನು ಇನ್ನೊಮ್ಮೆ ಹೇಳುವುದಷ್ಟೆ ನಮ್ಮ ಉದ್ದೇಶ. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿನ ಕೌತುಕಗಳಿಗೆ ಕೊರತೆಯೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಅಂತಹ ಅನೇಕ ಕೃತಿಗಳನ್ನು ಸುಧಾರಿಸುವುದು ಹೋಗಲಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಪೂರ್ಣ ಅರಿಯಲು ಸಹ ನಮಗೆ ಇನ್ನೂ ಆಗಿಲ್ಲ.

ವಲಸೆಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯು ಅನೇಕ ಪಕ್ಷಿಸಂಕುಲಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಇದು ಇಂದಿನವರ ವೀಕ್ಷಣೆಯೇ ಅಲ್ಲ. ಬಹುಶಃ ಆದಿಮಾನವನೂ ಇದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿರ

ಬಹುದು. ಋತುಕಾಲದಷ್ಟೇ ಕ್ಲುಪ್ತವಾಗಿ ತನ್ನ ವಸತಿಯೆಡೆಗೆ ಎಲ್ಲಿಂದಲೋ ಬಂದು ಅಷ್ಟೇ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಪುನಃ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಪಕ್ಷಿಸಂಕುಲಗಳ ವಲಸೆಯನ್ನು ಆದಿ ಮಾನವನು ನಿಸರ್ಗಾತೀತವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಅವನಿಗೆ ಅವುಗಳ ಆಗಮನವು ಎಷ್ಟು ಕುತೂಹಲಜನಕವಾಗಿತ್ತೋ ಅಷ್ಟೇ ಒಗಟಾಗಿತ್ತು. ಇಂದಿಗೂ ನಮಗೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಿಳಿಯದಿರುವಾಗ, ಆದಿಮಾನವನು ಈ ಹಕ್ಕಿಗಳನ್ನು ಅವ್ಯಕ್ತ ದೈವೀದೂತರೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದರೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಇಂತಹ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಲಸೆ ಪ್ರಯಾಣವು ಬರಿಯ ಪಕ್ಷಿವರ್ಗಕ್ಕೇ ಮೀಸಲಲ್ಲ, ಸಸ್ತನಿಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಕೀಟ, ಪತಂಗಾದಿಗಳವರೆಗೆ ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ.

ಪ್ರತಿ ಶರತ್ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೂ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಪಕ್ಷಿಗಳು ತಮ್ಮ ಜನನ ಸ್ಥಳಗಳನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಿ, ಗುಂಪು ಗುಂಪಾಗಿ ಬಹುದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ತಾಣಕ್ಕೆ ಚಳಿಗಾಲದ ವಸತಿಗೋಸ್ಕರ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಯಮಿತ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಹಾರಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ; ಮತ್ತೆ ವಸಂತದ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟೇ ಕ್ಲುಪ್ತವಾಗಿ ಅದೇ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಸ್ವಸ್ಥಾನಕ್ಕೇ ವಾಪಸ್ಸು ಬರುತ್ತವೆ. ಇದು ಬರಿಯ ಒಂದೆರಡು ಜಾತಿಯ ಹಕ್ಕಿಗಳು ಮಾತ್ರ ಅನುಸರಿಸುವ ಕ್ರಮವಲ್ಲ; ಅನೇಕ ಜಾತಿಯ ಪಕ್ಷಿಸಂಕುಲಗಳು ಇಂತಹ ವಲಸೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿನ ಈ ವಿಚಿತ್ರ ವರ್ತನೆಯು ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ, ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಪಕ್ಷಿಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ಬಹುಕಾಲದಿಂದಲೂ ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಅತಿ ಚೋದ್ಯ ಸಂಗತಿಯೂ ಹೌದು.

ಪ್ರಾಣಿಗಳ ವಲಸೆಯು ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ವಿಭಾಗವಾದುದರಿಂದ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತರ ವಿಭಾಗಗಳಂತೆಯೇ ಇದರಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಪದಗಳಿಗೂ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಅರ್ಥವ್ಯಾಪ್ತಿ ಇದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅನೇಕ ಪದಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅರ್ಥಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾದ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸ ಲಾಗುತ್ತದೆ. "ವಲಸೆ" ಎಂಬ ಪದದ ಅರ್ಥವೂ ಸಹಾ ಹೀಗೆಯೇ; ರೂಢಿ ಯಲ್ಲಿರುವ ಅರ್ಥಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆಯಾಗಿದೆ. ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಸಾಮೂಹಿಕ ಚಲನೆಗೆ ವಲಸೆ ಎನ್ನುವುದು ರೂಢಿ. ಮಾನವನು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅನು ಸರಿಸುವ ಈ ಬಗೆಯ ವಲಸೆಯು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನದು, ಅದರಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತನೆಯಿಲ್ಲ. ಈ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ ವಲಸೆ ಪದವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ. ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಲ್ಲಿ ಈ ಪದವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವುದು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಬೇರೆ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ. ಪ್ರಾಣಿಗಳು ತಮ್ಮ ಜನನ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ಬೇರೊಂದು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಒಂದು ನಿಯಮಿತ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸ್ವಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡಿ ಮತ್ತೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸ್ವಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗುವುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಲಸೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸು

ತ್ತಾರೆ. ಪುನರಾವರ್ತನೆ ಇಲ್ಲದ ಏಕಮುಖ ಸ್ಥಳಾಂತರಕ್ಕೆ ಈ ಹೆಸರು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಇದು ಏನೇ ಇರಲಿ, ಪಕ್ಷಿವರ್ಗವಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ಮೃಗ, ಕೀಟ, ಜಲಚರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಬಗೆಯ ಸಂಚಾರ ಕಂಡುಬಂದಿರುವುದು ವಾಸ್ತವ ವಿಷಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಅಲಾಸ್ಕದ ಒಂದು ಸಸ್ತನಿ ಪ್ರಾಣಿಯಾದ ಮೃದು ತುಪ್ಪಳದ ಸೀಲ್ ಪ್ರಾಣಿಯು ಮರಿಹಾಕುವುದು ಬೆಹರಿಂಗ್ ಸಮುದ್ರದ ಪ್ರಿಬ್ಲೊ ದ್ವೀಪದಲ್ಲಿ. ಅಲ್ಲಿ ಇವು ಮೇನಿಂದ ನವೆಂಬರ್‌ವರೆವಿಗೂ ಇದ್ದು, ಮರಿಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಬೆಳೆದನಂತರ ಅಲ್ಲಿಂದ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾದ ದಕ್ಷಿಣತೀರಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ವಸಂತ ಋತುವಿನ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಪುನಃ 3000 ಮೈಲಿ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡಿ ಪ್ರಿಬ್ಲೋ ದ್ವೀಪಕ್ಕೆ ಮರಿಹಾಕಲು ಬರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಸಾಲ್ಮನ್ ಮೀನು ಮರಿಹಾಕಲು ಕೆನಡ ಮತ್ತು ಅಲಾಸ್ಕಾದ ಪಶ್ಚಿಮ ಕರಾವಳಿಯಲ್ಲಿನ ಹರಿಯುವ ನದಿಗಳ ಪಾತ್ರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದ ಮರಿಗಳು ನದಿಯ ಸಿಹಿನೀರಿನಲ್ಲಿಯೇ ಒಂದೆರಡು ವರ್ಷವಿದ್ದು, ಅನಂತರ ಪೆಸಿಫಿಕ್ ಮಹಾಸಾಗರಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಸೇರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದು ದೊಡ್ಡವಾದ ಮೀನುಗಳು ಮರಿಹಾಕಲು ತಮ್ಮ ಹುಟ್ಟುಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತವೆ. ಇನ್ನೂ ಹಲವು ಜಲಚರಗಳೂ ಕೆಲವು ಕೀಟಗಳೂ ಇಂತಹ ವಲಸೆಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ.

ವಲಸೆಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯ ಕಾಣಬಂದರೂ ಅವುಗಳೆಲ್ಲದರಲ್ಲಿಯೂ ಕೆಲವಾದರೂ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗುಣಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಸಂತಾನ ಶಕ್ತಿ ಪಡೆಯುತ್ತಾ ಹಲವಾರು ವರ್ಷಗಳಾದರೂ ಜೀವಿಸುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯು ವಾರ್ಷಿಕ ಅಭ್ಯಾಸವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ಪ್ರಾಣಿ ಇಂತಹ ವಾರ್ಷಿಕ ಸ್ಥಳಾಂತರದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಬಾರಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗಲ್ಲದೆ ದೀರ್ಘ ಆಯುಃಪರಿಮಿತಿಯಿದ್ದರೂ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಾರಿ ಮಾತ್ರ ಸಂತಾನಶಕ್ತಿ ಪಡೆಯುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಎರಡು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದು ಬಾರಿ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡಲು ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ವಲಸೆಯು ವಾರ್ಷಿಕ ಉತ್ಸವವಾಗಿರಲಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಜನ್ಮದ ಒಂದು ಬಾರಿಯ ಅವತಾರವಾಗಿರಲಿ, ಇವುಗಳೆಲ್ಲದರಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಬರುವ ಅಪೂರ್ವತೆಯೆಂದರೆ, ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಎಡಬಿಡದೆ ಸಹಸ್ರಾರು ಮೈಲಿಗಳ ಮಾರ್ಗಪರ್ಯಟನೆ ಮಾಡುವುದು. ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಈ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಹೇಗೆ ಬಂತು, ಅಥವಾ ಇದರಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ಆಗುತ್ತಿರುವ ಲಾಭವೇನು ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ತಿಳಿಯದು.

ಪಕ್ಷಿಗಳಾಗಲೀ ಮೃಗ ಜಲಚರಗಳಾಗಲೀ ಈ ವಲಸೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸುವ ಮಾರ್ಗಗಳು ಬಹು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದವುಗಳು. ತಮ್ಮ ಜನನ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ ಚಳಿಗಾಲದ ವಾಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೆ ಹೋಗುವಾಗ ಒಂದೊಂದು ಜಾತಿ

ಅಥವಾ ಉಪಜಾತಿಯ ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗವೂ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡುವ ಹಾದಿಯು ವರ್ಷಂ ಪ್ರತಿ ಹೆಚ್ಚು ಬದಲಾವಣೆಯಾಗದು. ಜನ್ಮಸ್ಥಳ ಮತ್ತು ಚಳಿಗಾಲದ ವಸತಿಗಳು ಒಂದೊಂದು ಜಾತಿಯ ಮೃಗಪಕ್ಷಿಗಳಿಗೂ ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ವಲಸೆ ಪ್ರಯಾಣಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ದೂರ, ಕಾಲ, ಹಾದಿಗಳೂ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳಾಂತರ ಚಲನೆಯು ನಿಸರ್ಗದ ಒಂದು ಅದ್ಭುತ ವೈಚಿತ್ರ್ಯ. ಈ ಸೋಜಿಗದ ರಮ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಭವ್ಯತೆಯನ್ನು ಕೊಂಚಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾಣಲು ಹಕ್ಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿರುವ ವಲಸೆ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಿಸೋಣ.

ಹೀಗೆ ವಾರ್ಷಿಕ ವಲಸೆಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ಇರುವ ಪಕ್ಷಿಗಳು ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ನಮಗೆ ಈಗ ಉತ್ತರ ಅಮೇರಿಕಾದ ಪಕ್ಷಿವರ್ಗಗಳ ವಿವರಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಅಮೇರಿಕಾದ ನಾಡಹಕ್ಕಿಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ದಾರಿಯನ್ನು ಕಳೆಯುವುವು ರಾತ್ರಿಗಿಡುಗ ಮತ್ತು ಕಣಜದ ಸ್ವಾಲೋ ಎಂಬ ಹಕ್ಕಿಗಳ ಗುಂಪುಗಳು. ಇವು ಅಲಾಸ್ಕ ಅಥವಾ ಉತ್ತರ ಕೆನಡಾದ ಯೂಕಾನ್‌ನಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿ ಶರದೃತುವಿನಲ್ಲಿ 7000 ಮೈಲಿ ದಕ್ಷಿಣದಲ್ಲಿರುವ ಅರ್ಜೆಂಟೈನಾದಲ್ಲಿ ಚಳಿಗಾಲವನ್ನು ಕಳೆಯುತ್ತವೆ, ಪುನಃ ತಮ್ಮ ಜನ್ಮಸ್ಥಳಗಳಿಗೇ ಮುಂದಿನ ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲಿ ವಾಪಸಾಗುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ನೀರುಹಕ್ಕಿಗಳು ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಸೈಪೆಸ್, ಸಾಂಕ್ ಪೈಪಸ್ ಮುಂತಾದ ನೀರು ಹಕ್ಕಿಗಳು ಆರ್ಕ್‌ಟಿಕ್ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಮರಿ ಹಾಕಿ, ಚಳಿಗಾಲಕ್ಕೆ 8000 ಮೈಲಿಗೂ ಹೆಚ್ಚು ದೂರವಿರುವ ಪೆಟಗೋನಿಯಾಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ದೂರ ಪ್ರಯಾಣದ ಅತ್ಯದ್ಭುತ ಸಾಹಸವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಹಕ್ಕಿಯೆಂದರೆ, ಆರ್ಕ್‌ಟಿಕ್ ಟರ್ನ್. ಇದರ ಮರಿಹಾಕುವ ಕ್ಷೇತ್ರ ಅಲಾಸ್ಕಾದ ಉತ್ತರ ಭಾಗದಿಂದ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವದ ಕಡೆಗೆ ಇರುವ ಭೂ ಪ್ರದೇಶ. ಅವು ಅಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಮರಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸುತ್ತವೆ. ಮರಿಗಳು ಕೊಂಚ ಬಲಿತನಂತರ, ಸುಮಾರು ನವೆಂಬರು ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕೆ ಪ್ರಯಾಣ ಹೊರಡುತ್ತವೆ. ಕೇವಲ ಕೆಲವೇ ವಾರಗಳಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ಟರ್ನ್ ಹಕ್ಕಿಗಳೂ ಸುಮಾರು 11000 ಮೈಲಿಗಳಿಗೂ ಹೆಚ್ಚು ದೂರದ ಅಂಟಾರ್ಟಿಕ ದ್ವೀಪದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಚಳಿಗಾಲದ ವಸತಿಗೆ ಬಂದಿಳಿಯುತ್ತವೆ. ಪುನಃ ವಸಂತದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಸ್ವಸ್ಥಾನಗಳಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತವೆ. ಇಷ್ಟೊಂದು ದೂರಗಳನ್ನು ಸಂಚರಿಸದಿದ್ದರೂ ಇಷ್ಟೇ ಕ್ಲುಪ್ತವಾಗಿ ವಲಸೆಹೋಗುವ ಅನೇಕ ವಿಧವಾದ ಪಕ್ಷಿಗಳು ಬಹುಕಾಲದಿಂದಲೂ ಜನರಿಗೆ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಹೆಬ್ಬಾತು, ಬಾತುಕೋಳಿ, ವುಡ್‌ಕಾನ್, ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಬೇಟೆ ಹಕ್ಕಿಗಳ ಗಮನ ನಿರ್ಗಮನಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳ ಬೇಟೆಗೆ ವರ್ಷದ ಕೆಲವು ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಅನುಮತಿ ಕೊಡುವ ಅಭ್ಯಾಸವು ಉತ್ತರ ಅಮೇರಿಕಾದ ಹಲವು ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿದೆ.

ಈ ವಲಸೆಯ ಹಾದಿಗಳು ಒಂದೊಂದು ಉಪಜಾತಿಯ ಹಕ್ಕಿಗುಂಪಿಗೂ ಒಂದೊಂದು ತೆರನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಪಕ್ಷಿಗಳ ಮಾರ್ಗಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೇ ಅಲ್ಲದೆ ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲೂ ಹೆಚ್ಚು ದೂರವಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಹೋಗುವಾಗ ಹಕ್ಕಿಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 1000–3000 ಅಡಿಗಳ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾರುವುದು ರೂಢಿ. ಅವಶ್ಯವಿದ್ದಾಗ ಸುಮಾರು 18,000 ಅಡಿಗಳ ಎತ್ತರದವರೆವಿಗೂ ಹಾರಿ ಹೋಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಒಮ್ಮೆ ಹಕ್ಕಿಗಳ ಗುಂಪೊಂದು ಈ ಪ್ರಯಾಣಕ್ಕೆ ತೊಡಗಿದನಂತರ ಮಧ್ಯೆ ಆಹಾರ ಮತ್ತು ನಿದ್ದೆ ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಕಾಲದಲ್ಲೂ ಅವಿಶ್ರಾಂತವಾಗಿ ಒಂದೇ ನೇರದಲ್ಲಿ ಹಾರಿಹೋಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಹಾರುವ ವೇಗಗಳೂ ಕಡಿಮೆಯೇನಿಲ್ಲ. ಸಣ್ಣಹಕ್ಕಿಗಳು ಹಾರುವ ವೇಗಗಳು ಗಂಟೆಗೆ 20ರಿಂದ 40 ಮೈಲಿಗಳು ಇದ್ದರೆ, ಅದೇ ಕೆಲವು ದೊಡ್ಡಹಕ್ಕಿಗಳ (ಬಾತು, ಪಾರಿವಾಳ, ಟರ್ನ್) ವೇಗ ಗಂಟೆಗೆ 60 ಮೈಲಿಗಳವರೆವಿಗೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ಈ ಹಕ್ಕಿಗಳ ವಲಸೆಗೆ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ವೇಳಾಪಟ್ಟಿ ಇದೆಯೋ ಎನ್ನುವಂತೆ ವಲಸೆ ಹೋಗುವ ಎಲ್ಲ ಹಕ್ಕಿಗಳೂ ತಮ್ಮ ಪ್ರಯಾಣವನ್ನು ವರ್ಷದ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಋತುವಿನಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವ ಮತ್ತು ಮುಗಿಸುವ ಅಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಚಳಿಗಾಲದ ವಾಸಸ್ಥಳದಿಂದ ಮರಿಹಾಕುವ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗುವ ಕಾಲವಂತೂ ಬಹು ಕರಾರುವಾಕಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಎಷ್ಟರವರೆವಿಗೂ ಇರುತ್ತದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಒಂದು ದೃಷ್ಟಾಂತ ಕೊಡಬಹುದು. ದೊಡ್ಡ ಹಳದೀಕಾಲು (big yellow leg) ಎಂಬ ಒಂದು ಜಲಚರ ಹಕ್ಕಿ ತನ್ನ ಸಂತಾನ ವೃದ್ಧಿಗೋಸ್ಕರ ಯಾವಾಗಲೂ ಕೆನಡದಲ್ಲಿರುವ ಮಸ್‌ಕೆಗ್ ಎಂಬ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು 15 ವರ್ಷಗಳ ನಿರಂತರ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ಕಂಡುಬಂದಿರುವಂತೆ, ಮೊಟ್ಟೆಯೊಡೆದು ಮರಿಗಳು ಹೊರಬರುವುದು ಕ್ಲುಪ್ತವಾಗಿ ಮೇ 26ರಿಂದ 29 ರೊಳಗೇ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇವು ತಮ್ಮ ಚಳಿಗಾಲವನ್ನು 4000 ಮೈಲಿ ದೂರವಿರುವ ಪೆಟಗೋನಿಯದಲ್ಲಿ ಕಳೆಯುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲ ಹಕ್ಕಿಗಳ ವಲಸೆಯ ಕಾಲವೂ ಇಷ್ಟೊಂದು ನಿಖರವಾಗಿರದಿದ್ದರೂ ಕುತೂಹಲವೆನಿಸುವಷ್ಟು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಒಂದು ನಿಯಮಾನುಸಾರ ವಲಸೆಮಾಡುವುದು ಬರಿಯ ಪ್ರಯಾಣದ ಪ್ರಾರಂಭ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಅವು ಅನುಸರಿಸುವ ಮಾರ್ಗಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಬಲಯುತವಾದ ಅಥವಾ ಬೇಟೆ ಹಕ್ಕಿಗಳು ಬಹುವಾಗಿ ಹಗಲಿನಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡಿದರೆ, ಸಣ್ಣಸಣ್ಣ ಹಕ್ಕಿಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಹಾರುತ್ತವೆ. ಈ ಇರುಳು ಸಂಚಾರಿಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಕಂದಿದ ಕೂಡಲೇ ತಮ್ಮ ವಲಸೆ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಆರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಕ್ರಮೇಣ ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಸುಮಾರು 11ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಪರಕಾಷ್ಠೆ ಮುಟ್ಟಿ ಬೆಳಗಿನ 4 ಗಂಟೆಯ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಪೂರ್ಣಸ್ತಬ್ಧವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪಕ್ಷಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಈ ವಲಸೆಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯ ಪಕ್ಷ ಎರಡು ಮೂಲಭೂತ ಅಂಶಗಳಾದರೂ ಸಹಕರಿಸಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರಬೇಕು. ಹಕ್ಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಕ್ಲುಪ್ತಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ವಲಸೆಹೋಗುವ ಪ್ರಚೋದನೆ ಉಂಟಾಗಬೇಕು. ಅವುಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿಯೇ ಯಾನ ಮಾಡಲು ಅನುಕೂಲಿಸುವಂತಹ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇರಬೇಕು. ಈ ಎರಡು ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಗಳು ಹಕ್ಕಿಗಳ ವಲಸೆಗೆ ಆವಶ್ಯಕವೆಂಬುದು ನಿರ್ವಿವಾದವಾಗಿದ್ದರೂ ಈ ಶಕ್ತಿಗಳು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗಿವೆ ಎನ್ನುವುದು ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

ಈ ಎರಡು ವಿಷಯುಗಳ ಸಂಬಂಧವಾಗಿ ಹಲವಾರು ಆಧಾರ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಬಂದಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಒಪ್ಪಿಗೆಯಾಗುವಂಥದು ಯಾವುದೂ ಇಲ್ಲ. ಆಹಾರ ಪೂರೈಕೆಯಲ್ಲಿಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸ (ಕೊರತೆ), ವಾತಾವರಣದ ತಾಪ, ಒತ್ತಡ ಮುಂತಾದುವುಗಳು ಋತುಧರ್ಮದಂತೆ ಬದಲಾಗುವುದು–ಇವು ವಾರ್ಷಿಕ ವಲಸೆಯ ಪ್ರಚೋದನೆಯ ಕಾರಣವಿರಬಹುದೆಂಬುದು ಅಂತಹ ಒಂದು ಊಹೆ. ಆದರೆ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಎಲ್ಲ ಅಂಶಗಳೂ ಪ್ರತಿ ವರ್ಷದಲ್ಲಿಯೂ ಬಹು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಏರುಪೇರು ಆಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಅನಿಶ್ಚಿತ ವಿಷಯವು ಇಷ್ಟೊಂದು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿರುವ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುವುದು ಅಸಂಭವ. 1924ರಲ್ಲಿ ಎನ್. ರೋವನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ವಸಂತದ ಜನನ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವಲಸೆಗೆ ಚಳಿಗಾಲದನಂತರ ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚಾಗುವ ಹಗಲಿನ ಬೆಳಕು ಕಾರಣವಿರಬಹುದೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಪಟ್ಟರು. ಮೇಲುನೋಟಕ್ಕೆ ಇದು ಅಸಂಭವವೆಂದು ಅನ್ನಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಹಗಲಿನ ಹೆಚ್ಚಳಿಕೆಯು ಈ ಪಕ್ಷಿಗಳ ನಿರ್ನಾಳ ಗ್ರಂಥಿಗಳನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಿ ಅವುಗಳ ಶರೀರವ್ಯಾಪಾರಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ವಲಸೆಯ ವಾಸನೆಯನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸುವುದೆಂಬ ಭಾವವು ಅಸಾಧುವಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದೊಂದೇ ತತ್ವವು ವಲಸೆಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯಿರುವ ಎಲ್ಲ ವಿಧದ ಹಕ್ಕಿಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸದು. ಏಕೆಂದರೆ, ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ದಕ್ಷಿಣದಲ್ಲಿ ಚಳಿಗಾಲವನ್ನು ಕಳೆಯುವ ಹಕ್ಕಿಗಳು ಡಿಸೆಂಬರ್ 21ರ ನಂತರ ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುವ ಹಗಲಿನ ಬದಲು ಕ್ಷೀಣಿಸುತ್ತ ಬರುವ ದಿನಗಳನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೂ ಅವು ವಸಂತ ಬಂದಾಗ ತಮ್ಮ ಮರುಯಾನವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈಗ ಪ್ರಚಲಿತವಿರುವ ಭಾವನೆಯಂತೆ ವಸಂತದ ವಲಸೆಯು ಎರಡು ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಪ್ರಚೋದಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಶರದೃತುವಿನಲ್ಲಿ ಹಗಲು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಕ್ಷೀಣಿಸುವುದು ಶರದೃತುವಿನ ವಲಸೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಉತ್ತರ ಅಕ್ಷಾಂಶದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುವ ಎಲ್ಲ ಪಕ್ಷಿಗಳಿಗೂ ಇದು ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಹಕ್ಕಿಯ ಶರೀರ ಕ್ರಿಯಾವೇಗ ಬದಲಿಸುವುದರಿಂದ ಅದು ಮುಂದೆ ಜನನಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ವಾಪಸಾಗಲು ಅಣಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ಪ್ರಚೋದನಾಶಕ್ತಿಯು ಹೇಗೆ ಶರೀರದೊಳಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತೆಂಬುದರ ವಿವರಗಳು ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

ಇನ್ನೊಂದು ಸೋಜಿಗದ ಸಂಗತಿಯೆಂದರೆ, ಈ ಹಕ್ಕಿಗಳು ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಅನುಸರಿಸುವ ಹಾದಿ. ಒಂದೊಂದು ಜಾತಿಯ ಹಕ್ಕಿಸಮೂಹಗಳೂ ತಮ್ಮ ವಾರ್ಷಿಕ ವಲಸೆಯಲ್ಲಿ ಜನನಸ್ಥಾನದಿಂದ ಚಳಿಗಾಲದ ವಸತಿಗೆ ಹೋಗಿಬರುವ ಮಾರ್ಗಗಳು ಅತಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದವು. ಹಲವಾರು ವರ್ಷಗಳ ಚಚ್ಚರದ ವೀಕ್ಷಣೆಯು ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಖಚಿತಗೊಳಿಸಿದೆ. ಇಂತಹ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಉದಾಹರಿಸೋಣ. ಮ್ಯಾಂಕ್‌ಷೀರ್ ವಾಟರ್ (Manxshear water) ಎಂಬ ಹಕ್ಕಿಗಳು ಮರಿಮಾಡಲು ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ವೇಲ್ಸಿಗೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ವಸಂತದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ವೇಲ್ಸಿಗೆ ಬಂದಿದ್ದ ಹಕ್ಕಿಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿದ ಪಂಜರಗಳಲ್ಲಿ ದೂರ ತೆಗೆದು ಕೊಂಡುಹೋಗಿ ಬಿಟ್ಟಾಗ, ಪ್ರತಿಸಾರಿಯೂ ಅವು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಗೂಡಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿ ಬಂದವು. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಸುಮಾರು 900 ಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿ, ಸಾಗರಗಳ ಮೇಲೆ 3000 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟ ಹಕ್ಕಿಗಳು ತಮ್ಮ ಗೂಡಿಗೇ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಬಂದ ವಿಷಯಗಳು ವರದಿಯಾಗಿವೆ. ಹಕ್ಕಿಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಮಾರ್ಗದ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲದೇ ಅದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟಾಗಲೂ ಅವು ತಮ್ಮ ಗೂಡಿಗೆ ಬಂದುವು. ಈ ಜಾತಿಯ ಹಕ್ಕಿಗಳ ವಲಸೆಯ ಮಾರ್ಗ ಉತ್ತರ–ದಕ್ಷಿಣ. ಆದರೆ ಇಂತಹ ಹಕ್ಕಿಗಳನ್ನು 3200 ಮೈಲಿ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕಿರುವ ಬಾಸ್ಟನ್ (ಉತ್ತರ ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲಿ) ಗೊಯ್ದು ಬಿಟ್ಟಾಗ, ಕೇವಲ 12 ದಿನ 12 ಗಂಟೆಗೆ ಅವು ಪುನಃ ತಮ್ಮ ಗೂಡಿಗೇ ಹಿಂತಿರುಗಿ ಬಂದ ವರದಿ ನಿಜಕ್ಕೂ ಒಂದು ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರ ವಿಷಯವೇ ಸರಿ.

ಇಂತಹ ಹಲವಾರು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಪ್ರಮಾಣಗಳು ದೊರೆತಿದ್ದರೂ, ಹಕ್ಕಿಗಳಲ್ಲಿ ತೋರಿಬರುವ ಈ ಅಸದೃಶ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಮೂಲವಾಗಲೀ, ಕಾರಣವಾಗಲೀ ಇನ್ನೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿಯದು. ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವಾರು ಉಹಾಪೋಹಗಳಿದ್ದರೂ ಯಾವುದೊಂದೂ ಪೂರ್ಣ ಸಮಂಜಸವಾಗಿಲ್ಲ. ಇಂದಿನವರೆಗಿನ ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ಕೆಲವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಡೀಕರಿಸಬಹುದು.

(1) ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿ ದೃಷ್ಟಿಪಾಟವು ಬಹು ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುವುದು ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಯಾನಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಬಾಹ್ಯಸಲಕರಣೆಗಳು.

(2) ಪಕ್ಷಿಗಳು ತಮ್ಮ ಹಾರಾಟದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಗುರಿಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಗೊತ್ತುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದಂತೂ ನಿಜ. ಆದರೆ ಈ ಗೊತ್ತುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಧಾನದ ವಿವರ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ಅಂತೂ ಹಕ್ಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಆಂತರಿಕ ಕಾಲಮಾಪಕವಿರಬೇಕೆಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟ.

ಮಾನವನು ಪೃಥ್ವಿಯ ಮೇಲೆ ಹುಟ್ಟುವುದಕ್ಕೂ ಮೊದಲಿಂದಲೇ ಆರಂಭವಾಗಿ ಇಂದಿಗೂ ಹಕ್ಕಿಗಳು ವಲಸೆಮಾಡುತ್ತಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಈ ಪ್ರವೃತ್ತಿ

ಹಲವಾರು ಪಕ್ಷಿಕುಲಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಈ ವಲಸೆಯಿಂದ ಪಕ್ಷಿಕುಲಗಳಿಗೆ ಒಳಿತಾಗುತ್ತಿರಬೇಕು ಎಂಬುದು ಖಂಡಿತ. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಆ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ನಶಿಸಿಹೋಗಿರುತ್ತಿತ್ತು.

ಮಾನವನ ಈ ಶತಮಾನದ ಸಾಧನೆಗಳು ಅತಿಶಯವಾದವು, ನಿಜ. ಆದರೂ ನಾವು ಪ್ರಕೃತಿಗಿಂತ ಮಿಗಿಲು ಎನ್ನುವ ಹೆಮ್ಮೆ ಬರೀ ಹುಚ್ಚು. ಪ್ರಕೃತಿತಾಯಿಯ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ಅನರ್ಘ್ಯರತ್ನಗಳಿಗೆ ನಮ್ಮ ಸಾಧನೆಗಳು ಸರಿಸಾಟಿಯಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಹೆಮ್ಮೆಗೆ ಬದಲು ನಿಸರ್ಗದ ಮಡಿಲಲ್ಲಿರುವ ಈ ವಿವಿಧ ಸೊಬಗನ್ನು ನೋಡಿ ಆನಂದಿಸುವುದು ಸೂಕ್ತ.

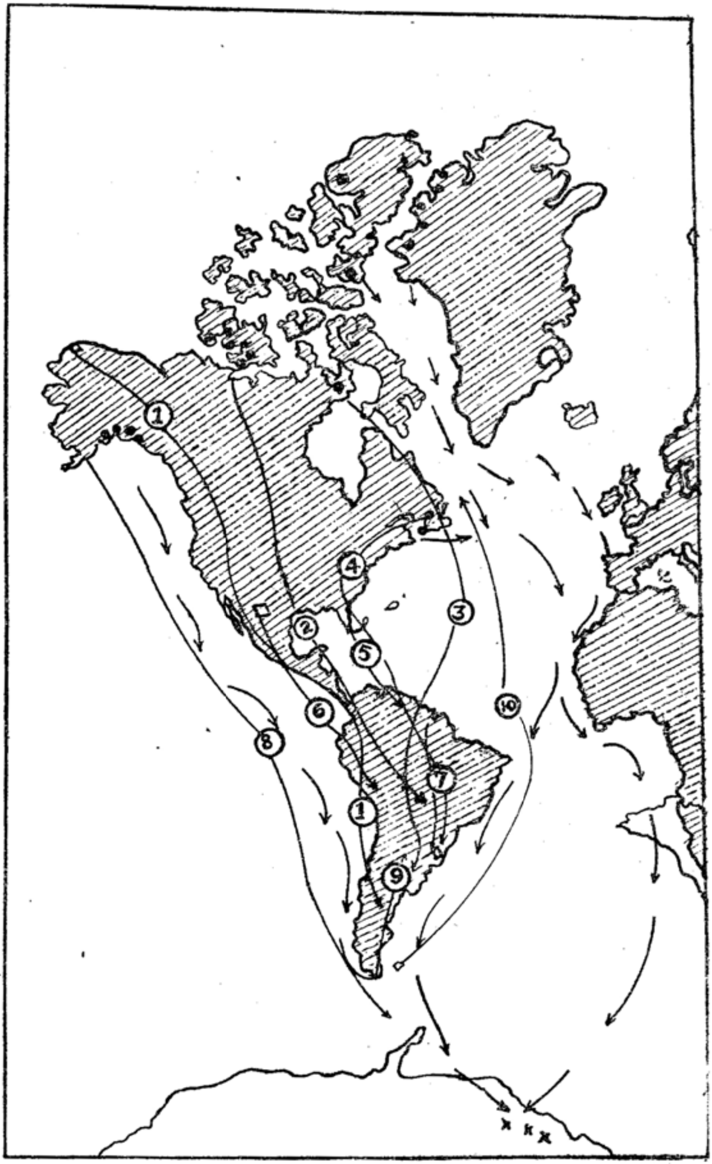
ಎದುರು ಪುಟದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕದ ಹಕ್ಕಿಗಳ
ವಲಸೆಯ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ

1. ಸ್ಯಾಂಡರ್‌ಲಿಂಗ್
2. ರೆಡ್ ಐಡ್ ವಿರಿಯೊ
3. ಗೋಲ್ಡನ್ ಪ್ಲೊವರ್
4. ಬ್ಯಾಬೊಲಿಂಕ್
5. ಗ್ರೇ ಕಿಂಗ್‌ಬರ್ಡ್
6. ಸಲ್ಫರ್ ಬೆಲ್ಲೀಡ್ ಫ್ಲೈಕ್ಯಾಚರ್
7. ಬ್ರೌನ್ ಚೆಸ್ಟೆಡ್ ಮಾರ್ಟಿನ್
8. ಸೂಟಿ ಷಿಯರ್‌ವಾಟರ್
9 ಗ್ರೌಂಡ್ ಟೈರೆಂಟ್
10. ವಿಲ್ಸನ್ಸ್ ಪೆಟೆರಿಲ್

→ → → ಆರ್ಕಟಿಕ್ ಟರ್ನ್

● ಹಕ್ಕಿಗಳು ಮರಿಹಾಕುವ ಪ್ರದೇಶ

× ಚಳಿಗಾಲದ ವಸತಿ


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
1

ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಧಾತು ಬೀಟ ಕಣವನ್ನು (ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು) ಹೊರಹಾಕಿದಾಗ, ಮೂಲ ಪರಮಾಣು ಬೀಜದಲ್ಲಿದ್ದ ಶಕ್ತಿ, ಅನಂತರ ಅದರಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುವ ಶಕ್ತಿ— ಇವೆರಡರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಹೊರಬರುವ ಬೀಟ ಕಣದ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕಷ್ಟೆ? ವಸ್ತುತಃ ಅದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಕಣ ಹುಟ್ಟುವುದೆಂದೂ ಅದು ಆ ಕೊರೆಯಾದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊತ್ತು ಹಾರಿಹೋಗುವುದೆಂದೂ 1931ರಲ್ಲಿ ವುಲ್ಫ್‌ಗ್ಯಾಂಗ್ ಪೌಲಿಯವರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಅಂತಹ ಒಂದು ಕಣ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಇದೆಯಾದರೆ ಅದಕ್ಕಿರಬೇಕಾದ ಗುಣಗಳೇನೆಂಬುದನ್ನೂ ತರ್ಕಿಸಿದರು. ಅದಕ್ಕೆ ತೂಕವಿಲ್ಲ, ವಿದ್ಯುದಂಶವಿಲ್ಲ; ಅದರ ವೇಗ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮ; ಸಾಂದ್ರವಾದ ವಸ್ತುವಿನ ಮೂಲಕ ಅದು ಸಾವಿರಾರು ಮೈಲಿ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡಿದರೂ ಅದರ ವೇಗ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ಅದು ವಸ್ತುವಿನೊಂದಿಗೆ ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ವರ್ತಿಸದಿರುವ ಸಂಭವವೇ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದು ಅದರ ಗುಣಗಳನ್ನು ವರ್ಣಿಸಿದರು. ಹಾಗಾದರೆ ಪ್ರಯೋಗತಃ ಅದರ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುವುದು ಹೇಗೆ? ಬಹುಶಃ ಅದು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ ಎಂದು ಪೌಲಿಯವರೇ ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದರು.

ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ವರ್ಷಗಳ ತರುವಾಯ ಅಮೆರಿಕದ ಕೊವಾನ್ ಮತ್ತು ರೈನ್ಸ್‌ರವರು ಈ ಕಣವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗತಃ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿಯೇಬಿಟ್ಟರು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಕೆಲವೇ ವಾರಗಳಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಯೂರೋಪಿನಿಂದ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಮರದ ಪೆಟ್ಟಿಗೆ ಬಂತು. ಅದರ ತುಂಬಾ ಷಾಂಪೇನ್ ತುಂಬಿದ ಸೀಸೆಗಳಿದ್ದುವು. ಅದನ್ನು ಕಳಿಸಿದವರು ಪೌಲಿ ಎಂಬುದು ತಿಳಿಯಿತು. ಅವರು ಪೌಲಿಯವರಿಗೆ ಕಾಗದ ಬರೆದು ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ವಿಚಾರಿಸಲಾಗಿ ಅವರು ಉತ್ತರಕೊಟ್ಟರು. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಅವರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದಾಗ ಅದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗತಃ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಯಾರಿಂದಲೂ ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ ಎನ್ನಿಸಿದ್ದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದವರಿಗೆ ಅಷ್ಟು ಷಾಂಪೇನ್ ಕೊಡುವುದಾಗಿ ಅವರು ಪಣ ಒಡ್ಡಿದ್ದರಂತೆ.

ಎಚ್. ವಿ. ಕೃಷ್ಣ

ಅಪೂರ್ವ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಚತುಷ್ಟಯಗಳು
(ಒಂದು ಟಿಪ್ಪಣಿ)

1, 3, 8, 120 ಎಂಬ ಪೂರ್ಣಾಂಕಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವಿದೆ: ಇದರ ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ 1ನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದಾಗ ದೊರೆಯುವ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ವರ್ಗ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ,

$$1 \times 3 + 1 = 4 = 2^2$$
$$3 \times 8 + 1 = 25 = 5^2$$
$$3 \times 120 + 1 = 361 = 19^2$$

ಇತ್ಯಾದಿ

ಈ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ 120 ಕೊನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದು ಬೇಕರ್ ಮತ್ತು ಡೇವನ್‌ಪೋರ್ಟ್ ಸಾಧಿಸಿದ್ದಾರೆ.* ಅಂದರೆ, ಈ ನಿಬಂಧನೆಯನ್ನು ಪಾಲಿಸುವ ಮತ್ತು 120ಕ್ಕೂ ದೊಡ್ಡದಾದ ಇನ್ನೊಂದು ಸಂಖ್ಯೆ ಇಲ್ಲ ಎಂದರ್ಥ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ 1, 3, 8, 120 ಒಂದು ಅಪೂರ್ವ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಚತುಷ್ಟಯ.

ಈಗ 1, 5, 12, 96 ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಸಂಖ್ಯಾಚತುಷ್ಟಯವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ಈ ಶ್ರೇಣಿಯ ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ 4ನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದಾಗ ದೊರೆಯುವ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ವರ್ಗ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ,

$$1 \times 5 + 4 = 9 = 3^2$$
$$5 \times 12 + 4 = 64 = 8^2$$
$$5 \times 96 + 4 = 484 = 22^2$$

ಇತ್ಯಾದಿ.

---

* A. Baker and H. Davenport: The equations $3x^2 - 2 = y^2$, $8x^2 - 7 = z^2$. Quarterly Journal of Mathematics, Oxford, Sec. 220 (1969), pp. 129–137.

ಈ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ 96 ಕೊನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು.

ಸಾಧನೆ : 1, 5, 12, n ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಗುಣವಿರುವ ಸಂಖ್ಯಾಶ್ರೇಣಿ ಆಗಿರಲಿ.

$$\therefore \quad 1 \times n + 4 = x^2, \ x \text{ ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕ} \quad \cdots (1)$$
$$5 \times n + 4 = y^2, \ y \text{ ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕ} \quad \cdots (2)$$
$$12 \times n + 4 = z^2, \ z \text{ ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕ} \quad \cdots (3)$$

(1) ರಿಂದ n ನ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಾದರೆ ? $n = (x^2 - 4)$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈಗ nನ ಈ ಬೆಲೆಯನ್ನು (ii) ಮತ್ತು (iii) ಸಮೀಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಆದೇಶಿಸಿದರೆ

$$5\,x^2 - 16 = y^2 \quad \cdots (4)$$
$$12\,x^2 - 44 = z^2 \quad \cdots (5)$$

ಸಮೀಕರಣಗಳು ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. (4) ಮತ್ತು (5) ಏಕಕಾಲಿಕ ಡಯೊಫೆಂಟೈನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳು. ಡಯೊಫೆಂಟೈನ್ ಸರಿಸುಮಾರು ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು (Theory of Diophantine Approximation) ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಈ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಗೆ $x = 0$ ಮತ್ತು $x = 10$ ಎಂಬ ಎರಡು ಪರಿಹಾರಗಳು ಮಾತ್ರ ಇವೆ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಈಗ $x = 0$ ನೀಡುವ nನ ಬೆಲೆ (ಅಥವಾ y, zಗಳ ಬೆಲೆಗಳು) ಅಸಂಗತವಾದ್ದರಿಂದ ಅದನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಿ, $x = 10$ನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸ್ವೀಕರಿಸುತ್ತೇವೆ. ಆಗ (1) ರಿಂದ $n = 96$ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ಏಕೈಕವಾಗಿದೆ. 1 ರಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವ ಇದೇ ತರದ ಗುಣವಿರುವ ಇತರ ಸಂಖ್ಯಾ ಚತುಷ್ಟಯಗಳಿವೆಯೇ ಎಂಬುದು ಕುತೂಹಲಕಾರೀ ಸಮಸ್ಯೆ.

[1, 7, 16 ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಎರಡರ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ 9ನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದರೆ ಒಂದು ವರ್ಗ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಶ್ರೇಣಿಯ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆ ಯಾವುದು ಮತ್ತು ಅದು ಕೊನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಆಗಿದೆಯೇ ? 1, 9, 18 ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಎರಡರ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ 7ನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದರೆ ಒಂದು ವರ್ಗ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಶ್ರೇಣಿಯ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆ ಯಾವುದು ಮತ್ತು ಅದು ಕೊನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಆಗಿದೆಯೇ ? ಇಂಥ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭದ ಸಂಖ್ಯೆ 1 ಆಗಿರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲವೆಂಬುದಾದರೆ 2, 3, 13 ಇವನ್ನು 10 ರೊಡನೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಾಗ, 3, 4, 17 ಇವನ್ನು 13ರೊಡನೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಾಗ ವರ್ಗಸಂಖ್ಯೆಗಳೇ ದೊರೆಯುವುವೆಂದು ಸುಲಭವಾಗಿ ನೋಡಬಹುದು. ಪುನಃ ಇಲ್ಲೆಲ್ಲ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಪಡೆದು ಅದೇ ಕೊನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದು ಸ್ಥಾಪಿಸಬಹುದೆ ?—ಸಂ.]

ಎಲ್. ಎನ್. ಚಕ್ರವರ್ತಿ

ಗಣಿತ ವಿಹಾರ

ಬೃಹತ್ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಮತ್ತು ಅನಂತ

ಬೃಹತ್ ಸಂಖ್ಯೆ

ನಾವು ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಒಂದು, ಎರಡು, ಮೂರು ಎಂದು ಎಣಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತೇವೆಯಲ್ಲ, ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಯವರೆಗೆ ನಾವು ಎಣಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗಬಹುದು? ಹಂಗೇರಿಯ ಇಬ್ಬರು ಶ್ರೀಮಂತರು ಮಾತನಾಡುತ್ತ ಕುಳಿತಿದ್ದರಂತೆ. ಅವರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ "ನಾವು ಒಂದು ಆಟವಾಡೋಣ" ಎಂದ; "ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೇಳುತ್ತ ಹೋಗೋಣ, ಯಾರು ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಹೇಳುವರೋ ಅವರೇ ಗೆದ್ದಂತೆ" ಎಂದ. ಆಗ ಎರಡನೆಯವನು ಮೊದಲನೆಯವನನ್ನು ಆಟವಾಡಲು ಆರಂಭಿಸುವಂತೆ ಹೇಳಿದ. ಮೊದಲನೆಯವನು ಬಹಳ ಹೊತ್ತು ಯೋಚಿಸಿ "ಮೂರು" ಎಂದನಂತೆ. ಎರಡನೆಯವನು ಎಷ್ಟು ಹೊತ್ತು ಯೋಚಿಸಿದರೂ ಅದಕ್ಕಿಂತ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆ ಅವನಿಗೆ ತೋಚಲೇ ಇಲ್ಲವಂತೆ. ಎರಡನೆಯವನು "ನಾನೇ ಸೋತೆ" ಎಂದ. ಈ ಕತೆ ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ನಿಜವೋ ಹೇಳಲಾಗದು. ಹಂಗೇರಿಯ ಜನ ದಡ್ಡಜನ ಎಂದು ಅಪಪ್ರಚಾರಮಾಡುವ ಸಲುವಾಗಿ ಈ ಕತೆ ಜನಜನಿತವಾಗಿರಬಹುದು. ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಆಟವಾಡುವ ಮಕ್ಕಳೇನೋ ಈ ಶ್ರೀಮಂತರಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಬುದ್ಧಿವಂತರು. ಅಮ್ಮ ಕೋಡುಬಳೆ ಮಾಡಲು ಆರಂಭಿಸಿದಳು ಎನ್ನಿ. ಒಬ್ಬ ಹುಡುಗ ನನಗೆ ಒಂದು ಕೋಡುಬಳೆ ಬೇಕು ಎಂದರೆ, ಮತ್ತೊಬ್ಬ ಹುಡುಗ ನನಗೆ ಎರಡು ಬೇಕು ಎನ್ನಬಹುದು. ಇನ್ನೊಬ್ಬ ಹುಡುಗ ನನಗೆ ಮೂರು ಎಂದರೆ, ಮತ್ತೊಬ್ಬ ಚಾಣಾಕ್ಷ ಹುಡುಗ, ನೀವೆಲ್ಲ ಎಷ್ಟು ಹೇಳುವಿರೋ ನನಗೆ ಅದರ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಎನ್ನುತ್ತಾನೆ.

ನಾವು ಒಂದು ವೇಳೆ ಆಯಾಸವಿಲ್ಲದೆ ಎಣಿಸುತ್ತ ಹೋಗಿ ಎಷ್ಟೇ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಉಚ್ಚರಿಸಿದರೂ, ಅದು ಒಂದು ನಿಯತವಾದ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂಬ ಭಾವನೆ ನಮ್ಮ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಅನುಭವದ ಪರಿಮಿತಿಯನ್ನು ಮೀರಿದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಅನಂತವೆಂದೇ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರು

ಹೇಳಿಬಿಡಬಹುದು. ಮದರಾಸಿನ ಬೀಚಿಗೆ ಹೋಗಿ ಮರಳಿನ ರಾಶಿಯನ್ನು ನೋಡಿ, ಇಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಮರಳು ಕಣಗಳಿವೆ ಎಂದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮನುಷ್ಯನೊಬ್ಬ ಅನಂತ ಎಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಏನೂ ಆಶ್ಚರ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದು ತಪ್ಪುಭಾವನೆ. ಈ ಭೂಗೋಳದ ಒಳಗೆಲ್ಲ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತುಂಬಿದರೂ ಮರಳುಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅನಂತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಥವಾ ಬೃಹತ್ ಸಂಖ್ಯೆ. ಅಷ್ಟೇಕೆ? ಈ ವಿಶ್ವದ ಅಂತರ್ರಾಳವನ್ನೆಲ್ಲ ಮರಳಿನಿಂದ ದಟ್ಟವಾಗಿ ತುಂಬಿದರೂ ಅಲ್ಲಿರುವಮರಳು ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ನಿಯತವಾದ ಬೃಹತ್ ಸಂಖ್ಯೆಯೇ ವಿನಾ ಅನಂತವಾಗಲಾರದು. ಅತಿ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ಈಗ ವಿಶ್ವದ

$$5 \times 10^{21} = 5,000,000,000,000,000,000,000$$

ಮೈಲಿಗಳ ದೂರದವರೆಗಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಗೋಚರಕ್ಕೆ ತರಬಲ್ಲವು. ಇಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಜಾಗವನ್ನು ಮರಳುಕಣಗಳಿಂದ ತುಂಬಲು 10^{100} ಮರಳುಕಣಗಳು ಬೇಕೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 3×10^{74}. ಆದುದರಿಂದ ವಿಶ್ವವನ್ನು ತುಂಬಲು ಬೇಕಾಗುವ ಮರಳುಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಬಹಳ ಜಾಸ್ತಿ. ಏಕೆಂದರೆ,

$$\frac{\text{ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}{\text{ವಿಶ್ವವನ್ನು ತುಂಬಲು ಬೇಕಾದ ಮರಳುಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}} = \frac{3 \times 10^{74}}{10^{100}} = \frac{3}{10^{26}}$$

$$= 0\,.\,000,000,000,000,000,000,000,000,03$$

ಇದು ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಸಂಖ್ಯೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ, ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಖಾಲಿ ಇರುವ ಜಾಗವೇ ಜಾಸ್ತಿ. ವಿಶ್ವದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಭಾಗವೂ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ತುಂಬಿಲ್ಲ. ಸರಾಸರಿ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಘನಮೀಟರಿಗೆ ಒಂದರಂತೆ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇವೆ. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 10^{79} ಎಂಬುದು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ.

3×10^{74}, 10^{79}, 10^{100}, ಇವೆಲ್ಲ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾದರೂ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಒಂದು ನಿಯತಸಂಖ್ಯೆಯೇ ವಿನಾ ಅನಂತ ಎನ್ನಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾರದು. 10^{100} ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಒಂದು ಗೂಗಾಲ್ (Googol) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. 10^{100} ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ 1ರನಂತರ ನೂರು ಸೊನ್ನೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. 1ರನಂತರ ಒಂದು ಗೂಗಾಲ್ ಸೊನ್ನೆಗಳನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ ಬರುವ

$$10^{10^{100}}$$

ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಗೂಗಾಲ್ ಪ್ಲೆಕ್ಸ್ ಎನ್ನುವರು. ಇದೂ ಒಂದು ನಿಯತ ವಾದ ಸಂಖ್ಯೆ. ಆದರೆ ಬೃಹತ್‌ಸಂಖ್ಯೆ, ಅನಂತವಲ್ಲ.

ಲೋಕದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಉದ್ಭವಿಸುವ ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಬರುತ್ತವೆ:

(i) **ಚದುರಂಗ:** ಚದುರಂಗದ ಆಟವನ್ನು ಪರಿಚಯಮಾಡಿಕೊಟ್ಟ ಮಂತ್ರಿಗೆ ರಾಜನೊಬ್ಬ ಏನುಬೇಕಾದರೂ ಕೊಡುವೆನೆಂದು ಒಪ್ಪಿದ. ಮೊದಲನೆಯ ಮನೆಗೆ 1 ಗೋಧಿಕಾಳು, ಎರಡನೆಯ ಮನೆಗೆ 2 ಕಾಳು, ಮೂರನೇ ಮನೆಗೆ 4 ಕಾಳು, ಹೀಗೆ ಹಿಂದಿನ ಮನೆಗೆ ಇಟ್ಟ ಎರಡರಷ್ಟು ಕಾಳುಗಳು ಮುಂದಿನ ಮನೆಗೆ, ಈ ರೀತಿ ಚದುರಂಗದ ಹಾಸಿನಲ್ಲಿರುವ 64 ಮನೆಗಳಿಗೂ ಕಾಳುಗಳನ್ನು ಕೊಡು ಎಂದು ಮಂತ್ರಿ ಕೇಳಿದ. ಅವನು ಮಂತ್ರಿಗೆ ಕೊಡಬೇಕಾದ ಕಾಳುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ

$$= 1 + 2 + 2^2 + 2^3 + \cdots \cdots + 2^{63}$$
$$= 18,446,744,073,709,551,615$$

ಇಡೀ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆಲ್ಲಾ ಗೋಧಿಯನ್ನೇ ಬೆಳೆದರೂ ಇಷ್ಟು ಗೋಧಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಯಲು 2000 ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕಾಗುವುದು. ರಾಜನು ಮಂತ್ರಿಗೆ ಮಾತುಕೊಟ್ಟು ಬೆಪ್ಪನಾದ.[1]

(ii) **ಪ್ರಳಯಕಾಲ** : ಕಾಶಿಯ ಒಂದು ಗುಡಿಯಲ್ಲಿ ದೇವರ ಮುಂದೆ ಒಂದು ಹಿತ್ತಾಳೆಯ ತಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂರು ವಜ್ರದ ಕೋಲುಗಳಿವೆ. ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ತಕ್ಷಣ ಬ್ರಹ್ಮನು ಒಂದು ಕೋಲಿನ ಒಳಕ್ಕೆ ಅರವತ್ತನಾಲ್ಕು ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಪೋಣಿಸಿದನಂತೆ. ಈ ತಟ್ಟೆಗಳ ಆಯಾಮ ಕೆಳಗಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬಂದಂತೆ ಕ್ರಮ ವಾಗಿ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುವುದು. ಉಳಿದ ಎರಡು ಕೋಲುಗಳನ್ನು ಉಪ ಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಒಬ್ಬ ಪೂಜಾರಿ, ವಿರಾಮವೇ ಇಲ್ಲದೆ, ಈ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ತೆಗೆದು ಮತ್ತೊಂದು ಕೋಲಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುವ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ನಿರತ ನಾಗಿದ್ದಾನೆ ಎನ್ನಿ. ಹೀಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುವಾಗ ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ಚಿಕ್ಕತಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ದೊಡ್ಡ ತಟ್ಟೆಯನ್ನು ಇಡಬಾರದು ಎಂಬುದು ನಿಬಂಧನೆ. ಅವನು ಎಲ್ಲ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನೂ ಇನ್ನೊಂದು ಕೋಲಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಿದಾಗ ಪ್ರಪಂಚ ವನ್ನು ಬ್ರಹ್ಮನು ಲಯಮಾಡುತ್ತಾನೆಂದು ಪ್ರತೀತಿ.

ಪೂಜಾರಿಯು ಒಂದು ತಟ್ಟೆಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ಕೋಲಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲು, 1 ಚಲನೆಯು ಅವಶ್ಯಕ. ಮೇಲಿನ ಎರಡು ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ವರ್ಗಾಯಿಸಲು, 2, ಮೇಲಿನ ಮೂರು ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ವರ್ಗಾಯಿಸಲು 4 ಅಥವಾ 2^2; ಹೀಗೆ ಕೊನೆಗೆ ಒಟ್ಟು ಎಲ್ಲ 64 ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನೂ ವರ್ಗಾಯಿಸಲು 2^{63} ಚಲನೆಗಳು ಬೇಕು.[2]

1, 2 ಚದುರಂಗ ಮತ್ತು ಮಾಯಾಚೌಕ. ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ, ಸಂಪುಟ 1, ಸಂಚಿಕೆ 1.

ಅವನು ಎಲ್ಲ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನೂ ಬೇರೆ ಕೋಲಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಒಟ್ಟು ಚಲನೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ

$$= 1 + 2 + 2^2 + \cdots - \cdots \cdots + 2^{63}$$

$$= 18,446,744,073,709,551,615$$

ಹಿಂದಿನ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ಗೋಧಿ ಕಾಳುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಇಷ್ಟೇ ಆಗಿತ್ತು.

ಒಂದು ಚಲನೆಗೆ ಬೇಕಾದಕಾಲ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡು ಎನ್ನೋಣ. ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿರುವ ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ = 31,558,000 ಆದುದರಿಂದ ತಟ್ಟೆಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಪೂಜಾರಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಕಾಲ

$$= \frac{18,446,744,073,709,551,615}{31,558,000}$$

$$= \text{ಸುಮಾರು } 58000 \times 10^9 \text{ ವರ್ಷಗಳು}$$

= ಐವತ್ತೆಂಟುಸಾವಿರ ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳು.

(iii) **ಅಚ್ಚಾಗುವ ಮತ್ತು ಅಚ್ಚಾದ ಅಕ್ಷರಗಳ ಸಮಸ್ಯೆ:** ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಅಕ್ಷರ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ 26 ಅಕ್ಷರಗಳಿವೆ. ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಅಂಕಗಳು ಹತ್ತು: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ಮತ್ತು 9: ಉಳಿದ ಸಂಕೇತಗಳು ಹದಿನಾಲ್ಕು: ಖಾಲಿಜಾಗ, ಕಾಮ, ಸೆಮಿಕೋಲನ್, ಪೂರ್ಣವಿರಾಮ, ಇತ್ಯಾದಿ. ಎಂದರೆ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಮುದ್ರಿಸುವಾಗ ಮುದ್ರಣ ಯಂತ್ರಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಂಕೇತಗಳು $26 + 10 + 14 = 50$: ಪುಸ್ತಕದ ಒಂದೊಂದು ಸಾಲಿನಲ್ಲೂ ಅರವತ್ತೈದು ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಮುದ್ರಿಸಬಹುದು ಎನ್ನೋಣ. ಒಂದು ಸಾಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಈ ಅರವತ್ತೈದು ಜಾಗಗಳನ್ನೂ ಎಷ್ಟು ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು, ಅಷ್ಟು ವಿವಿಧ ರೀತಿಗಳನ್ನೂ ಒಂದು ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಮುದ್ರಿಸಿ ತೋರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ, ಆ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಗಿರುವ ಬರವಣಿಗೆ ಎಲ್ಲವೂ ಸೇರಿರುವುದು. ಷೇಕ್ಸ್‌ಪಿಯರ್‌ನ ನಾಟಕಗಳೂ, ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಕವಿಗಳ ಪದ್ಯಗಳೂ ಉದ್ದಾಮ ವಾಗ್ಮಿಗಳು ಇಂಗ್ಲಿಷಿನಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಮಾಡಿದ ಭಾಷಣಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಮುಂದೆ ಯಾವ ಯಾವ ಕೃತಿಗಳು, ಭಾಷಣಗಳು ಬರಬಹುದೋ ಅವುಗಳಿಗೂ ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನವುಂಟು. ಆದರೆ, ಅರ್ಥವಿಲ್ಲದ ಅನೇಕ ವಾಕ್ಯಗಳೂ ಪದಗಳೂ ಕೂಡ ಇದರಲ್ಲಿ

ಸೇರಿಹೋಗಿರುತ್ತವೆ (A cow has seven legs; A man has three eyes ಇತ್ಯಾದಿ). ಒಂದು ಸಾಲಿನಲ್ಲಿರುವ 65 ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜಾಗದಲ್ಲಿಯೂ 50 ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುವುದರಿಂದ, ಒಂದು ಸಾಲಿನಲ್ಲಿರುವ 65 ಜಾಗಗಳನ್ನೂ

$$50 \times 50 \times 50 \times \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots 65 \text{ ಸಾರಿ}$$

ಅಥವಾ

$$50^{65}$$

ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಬಹುದು. ಇದರ ಬೆಲೆ ಸರಿ ಸುಮಾರಾಗಿ

$$10^{110}$$

ಇದಕ್ಕೆ ಸಮ.

ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು

$$3 \times 10^{74}$$

ಎಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ ಎಂದು ಆಗಲೇ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಮೇಲಿನ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಮುದ್ರಿಸಲು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವೂ ಒಂದು ಮುದ್ರಣಾಲಯವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಭೂವಿಯು ರೂಪುಗೊಂಡಾಗಿನಿಂದ ಈ ಮುದ್ರಣಾಲಯಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಾ ಬಂದಿದ್ದರೆ, ಈ 3×10^9 ವರ್ಷಗಳು ಅಥವಾ 10^{17} ಸೆಕೆಂಡುಗಳು ಈ ಮುದ್ರಣಾಲಯಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡಿರುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣು ಸ್ಪಂದನಕ್ಕೆ ಸರಿಸಮನಾದ ವೇಗದಿಂದ ಎಂದರೆ, ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 10^{15} ಸಾಲುಗಳಂತೆ ಇವು ಮುದ್ರಣಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದರೆ, ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಅವು ಮುದ್ರಿಸಿರುವ ಸಾಲುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ

$$3 \times 10^{74} \times 10^{17} \times 10^{15} = 3 \times 10^{106} \text{ ಆಗಿರುವುದು.}$$

ಒಟ್ಟು ಮುದ್ರಿಸಬೇಕಾದ ಸಾಲುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 10^{110} ಆದುದರಿಂದ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಆಗಿರುವ ಕೆಲಸ, ಒಟ್ಟು ಆಗಬೇಕಾದ ಕೆಲಸದ $\frac{3 \times 10^{106}}{10^{110}}$ ಅಥವಾ $\frac{3}{10^4}$ ಅಥವಾ $\frac{3}{10000}$ ಭಾಗವಾಗಿರುವುದು.

ಅನಂತ :

ಆದರೆ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಬೃಹತ್ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಅನಂತಕ್ಕೂ ಅಜಗಜಾಂತರ.

ಅನಂತದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಮಾಡದಿದ್ದರೆ ವಿರೋಧಾಭಾಸಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಂತಾಗುವುದು. ಹಿಂದಿನ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿದ 10^{100}, 3×10^{74}, 10^{79}, 10^{110} ಮುಂತಾದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಎಷ್ಟೇ ದೊಡ್ಡವಾದರೂ, ಅವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ, ಅಥವಾ ನಿಯತವಾದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಅಥವಾ ಸಾಂತಸಂಖ್ಯೆಗಳು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾದರೂ ಬರೆದು ತೋರಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಇಂತಹ ಬೃಹತ್ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗಿಂತಲೂ ದೊಡ್ಡದಾದ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಯು ನಾವು ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಊಹಿಸಬಹುದಾದ ಯಾವುದೇ ಬೃಹತ್ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತಲೂ ದೊಡ್ಡದು. ಇಂತಹ ಅನಂತಸಂಖ್ಯೆಗಳ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಏನು ಹೇಳಬಹುದು? ಅವು ಅನಂತವಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಅವುಗಳ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಇನ್ನೂ ಏನನ್ನಾದರೂ ಹೇಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಅನಂತಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಅನೇಕವಾಗಿವೆಯೇ? ಇದ್ದರೆ ಇಂತಹ ಅನೇಕ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದು ಹೆಚ್ಚು, ಯಾವುದು ಕಡಮೆ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಕೆಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಕೊಡಲು ಈಗ ಯತ್ನಿಸೋಣ.

ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳ ಒಂದು ಸಂಗ್ರಹವನ್ನು ಒಂದು ಗಣವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನೂ ಒಂದು ಗಣವನ್ನೂ ಕೊಟ್ಟಾಗ, ಆ ವಸ್ತುವು ಆ ಗಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿದೆಯೇ ಇಲ್ಲವೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತೀರ್ಮಾನಿಸಬಹುದು. ಒಂದು ಗಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಧಾತುಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಗಣಗಳನ್ನು A, B, C, D ಮುಂತಾದ ದೊಡ್ಡ ಅಕ್ಷರಗಳಿಂದಲೂ ಗಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು a, b, c, d, ... ಮುಂತಾದ ಸಣ್ಣ ಅಕ್ಷರಗಳಿಂದಲೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತಾರೆ.

$$A = \{ a, b, c \}$$
$$B = \{ a, b \}$$
$$C = \{ 1, 2 \}$$
$$D = \{ 1, 2, 3 \}$$

ಇವೆಲ್ಲ ಗಣಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ಎರಡು ಗಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದೇ ಆಗಿದೆಯೇ ಇಲ್ಲವೇ ಎಂಬುದನ್ನು ತೀರ್ಮಾನಿಸುವುದು ಹೇಗೆ? A ಗಣದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಧಾತುಗಳಿವೆ ಎಂದು ನೋಡಲು A ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಿದರಾಯಿತು ಎನ್ನಬಹುದು. ಆದರೆ ಒಂದು ಗಣದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳು ಇನ್ನೊಂದು ಗಣದಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಬೇಕಾದ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಬೇಕಾದ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ

ಒಂದು ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕುರ್ಚಿಗಳಿವೆ ಎನ್ನಿ. ಈಗ ಆ ಕೊಠಡಿಯೊಳಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ಹುಡುಗರು ಬಂದು ಕೂರುವರು. ಯಾವ ಕುರ್ಚಿಯೂ ಅನಂತರ ಖಾಲಿ ಇರದೆ ಇದ್ದರೆ ಮತ್ತು ಕೂಡಲು ಕುರ್ಚಿ ಇಲ್ಲವೆಂದು ಯಾರೂ ನಿಂತಿರದಿದ್ದರೆ, ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಕುರ್ಚಿಗಳಿವೆಯೋ ಅಷ್ಟು ಹುಡುಗರಿದ್ದಾರೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನ ಸರಿಯಾಗಿರುವುದು. ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿರುವ ಹುಡುಗರ ಗಣವನ್ನು B ಎಂದೂ, ಕುರ್ಚಿಗಳ ಗಣವನ್ನು C ಎಂದೂ ಗುರುತಿಸೋಣ. B ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹುಡುಗನಿಗೂ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ C ಗಣದಲ್ಲಿ ಆ ಹುಡುಗನು ಕೂತಿರುವ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಕುರ್ಚಿ ಇರುವುದು. C ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕುರ್ಚಿಗೂ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ B ಗಣದಲ್ಲಿ ಆ ಕುರ್ಚಿಯಮೇಲೆ ಕುಳಿತಿರುವ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟನಾದ ಹುಡುಗನಿದ್ದಾನೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ B ಮತ್ತು C ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಎರಡು ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದಾಗಲೆಲ್ಲ ಒಂದು ಗಣದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳು ಇನ್ನೊಂದು ಗಣದಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಹಿಂದಿನಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎಣಿಸಲು ಬಾರದ ಅನಾಗರಿಕರು ಇದೇ ಕ್ರಮವನ್ನನು ಸರಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಒಂದು ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಉದಹರಿಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ಅನಾಗರಿಕ ಮನುಷ್ಯನ ಹತ್ತಿರ ಕೆಲವು ಹಸುಗಳು ಇದ್ದವು ಎನ್ನಿ. ಬೆಳಿಗ್ಗೆ ಮೇಯಲು ಹೊರಟ ಹಸುಗಳೆಲ್ಲ ಸಂಜೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದವೇ ಎಂದು ತಿಳಿಯಲು ಅವನು ಇಂಥದೇ ಒಂದು ಕ್ರಮವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತಿದ್ದನು. ಹಸುಗಳು ಮನೆಯಿಂದ ಹೊರಡುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಅವನು ಬಾಗಿಲಲ್ಲಿ ಕೂರುತ್ತಿದ್ದನು. ಒಂದೊಂದು ಹಸುವು ಹೊರಗೆ ಹೋದಾಗಲೆಲ್ಲ ಒಂದೊಂದು ಕಲ್ಲು ಚೂರನ್ನು ತೆಗೆದು ಒಂದು ಖಾಲಿ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಗೆ ಹಾಕುತ್ತಿದ್ದನು. ಎಲ್ಲ ಹಸುಗಳೂ ಹೊರಟುಹೋದಮೇಲೆ ಆ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಮುಚ್ಚುತ್ತಿದ್ದನು. ಸಂಜೆ ಹಸುಗಳು ಹಿಂತಿರುಗಿಬರುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಮನೆಯ ಬಾಗಿಲಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿ ಕೂರುತ್ತಿದ್ದನು. ಒಂದೊಂದು ಹಸುವೂ ಒಳಕ್ಕೆ ಹೋದಾಗಲೆಲ್ಲ ಬೆಳಿಗ್ಗೆ ಮುಚ್ಚಿದ್ದ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಿಂದ ತೆಗೆದು, ಕಲ್ಲುಚೂರುಗಳನ್ನು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ತೆಗೆದು ಹೊರಗೆ ಹಾಕುತ್ತಿದ್ದನು. ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯು ಖಾಲಿಯಾದರೆ ಎಲ್ಲ ಹಸುಗಳೂ ಹಿಂತಿರುಗಿದುವು ಎಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತಿದ್ದನು. ಈ ಅನಾಗರಿಕ ಮನುಷ್ಯನಾದರೂ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಕೆಲಸವೇನು? ಹಸುಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ, ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಲ್ಲು ಚೂರುಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸುತ್ತಿದ್ದನು.

$A = \{a, b, c\}$ ಈ ಗಣದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಧಾತುಗಳಿವೆ ಎಂದು ನಾವು ಎಣಿಸುವಾಗಲೂ ನಾವು ಈ ಅನಾಗರಿಕ ಮನುಷ್ಯನು ಅನುಸರಿಸಿದ ಕ್ರಮವನ್ನೇ

ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. A ಗಣದ ಧಾತುಗಳಾದ, a, b, c ಗಳನ್ನು 1, 2, 3, ಎಂದು ಎಣಿಸುವಾಗ

$A = \{ a, b, c \}$ ಗಣಕ್ಕೂ

ಮತ್ತು $D = \{ 1, 2, 3 \}$ ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ

$$\begin{array}{ccc} a & b & c \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 & 2 & 3 \end{array}$$

ಕಲ್ಪಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

A ಮತ್ತು D ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದುದರಿಂದ A ಗಣದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳು D ಗಣದಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ. ಎಂದರೆ A ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 3. A ಗಣದ ಗಣಸಂಖ್ಯೆ 3 ಎಂದು ಹೇಳಿದರೂ A ಗಣದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಧಾತುಗಳಿವೆ ಎಂದರ್ಥ.

$B = \{ a, b \}$ ಮತ್ತು $C = \{ 1, 2 \}$

ಈ ಗಣಗಳಿಗೂ

$$\begin{array}{cc} a & b \\ \downarrow & \downarrow \\ 1 & 2 \end{array}$$

ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ B ಮತ್ತು C ಎರಡರಲ್ಲಿಯೂ 2 ಧಾತುಗಳಿವೆ. ಅಥವಾ B ಗಣದ ಗಣಸಂಖ್ಯೆ 2.

$J = \{ 1, 2, 3, \ldots \ldots n \}$ ಆದರೆ

J ಗಣಕ್ಕೂ M ಎಂಬ ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ M ಗಣದ ಗಣಸಂಖ್ಯೆ n ಆಗುವುದು. ಎಂದರೆ M ಗಣದಲ್ಲಿ n ಧಾತುಗಳಿವೆ ಎಂದರ್ಥ.

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಗಣಸಂಖ್ಯೆ ಇರುವ ಎರಡು ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ

$A = \{ a, b, c \}$ ಮತ್ತು

$C = \{ 1, 2 \}$

ಇವುಗಳಿಗೆ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಲು ಹೇಗೆ ಯತ್ನಿಸಿದರೂ, ಒಂದು ಧಾತು A ಗಣದಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟು ಹೋಗುವುದು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ

$$\begin{array}{cccc} \text{(i)} & a & b & c \\ & \downarrow & \downarrow & \\ & 1 & 2 & \end{array}$$

ಈಗ c ಧಾತುವು A ಗಣದಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟುಹೋಗುವುದು.

$$\begin{array}{cccc} \text{(ii)} & a & b & c \\ & \downarrow & & \downarrow \\ & 1 & & 2 \end{array}$$

ಈಗ A ಗಣದ b ಧಾತುವನ್ನು ಬಿಟ್ಟಂತಾಯಿತು.

$$\begin{array}{cccc} \text{(iii)} & a & b & c \\ & & \downarrow & \downarrow \\ & & 1 & 2 \end{array}$$

ಈಗ A ಗಣದ a ಧಾತುವನ್ನು ಬಿಟ್ಟಂತಾಯಿತು.

ಅಂತೂ A ಗಣದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಧಾತುವನ್ನು ಬಿಟ್ಟಂತಾಗುವುದರಿಂದ A ಮತ್ತು Cಗಳಿಗೆ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. A ಗಣದ ಗಣಸಂಖ್ಯೆ 3. C ಗಣದ ಗಣಸಂಖ್ಯೆ 2. A ಮತ್ತು C ಗಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ.

$$A = \{ a, b, c \}$$
$$B = \{ a, b \}$$

ಈ ಗಣಗಳನ್ನೇ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ. A ಗಣದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಧಾತುಗಳೂ B ಗಣದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಧಾತುಗಳೂ ಇರುವುದರಿಂದ A ಮತ್ತು B ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. Bಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಧಾತುವೂ Aಯಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದರಿಂದ Bಯನ್ನು Aಯ **ಉಪಗಣ**ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಅಲ್ಲದೆ Bಯಲ್ಲಿಲ್ಲದ c ಎಂಬ ಒಂದು ಧಾತುವಾದರೂ A ಯಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ, B ಯನ್ನು A ಯ **ಸಮುಚಿತ ಉಪಗಣ**ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. A ಮತ್ತು B ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವಾದುದರಿಂದ, ಒಂದು ಗಣಕ್ಕೂ ಅದರ ಒಂದು ಸಮುಚಿತ ಉಪಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. A ಗಣವು ಸಾಂತಗಣವಾದಾಗ ಮಾತ್ರ ಈ ಫಲಿತಾಂಶವು ನಿಜವಾಗುತ್ತದೆ. Aಯು ಸಾಂತ ಗಣ ಎಂದರೆ A ಗಣದಲ್ಲಿ ಪರಿಮಿತ ಧಾತುಗಳಿವೆ ಎಂದರ್ಥ. A ಗಣದ ಗಣ

ಸಂಖ್ಯೆ n ಆದರೆ, ಎಂದರೆ A ಗಣದಲ್ಲಿ n ಧಾತುಗಳಿದ್ದರೆ, A ಯನ್ನು ಸಾಂತ ಗಣವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಆದರೆ ಅನಂತಗಣಗಳು ವರ್ತಿಸುವ ರೀತಿಯೇ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿರುವುದು.

$$N = \{ 1, 2, 3, 4, 5, 6, \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \}$$

ಇದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣ. ಇದರಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ಬರೆದಿರುವ ಧಾತು 1. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಬರುವ 2 ಮುಂದಿನ ಸಂಖ್ಯೆ. 2ಕ್ಕೆ ಒಂದನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಮುಂದಿನ ಸಂಖ್ಯೆ 3 ಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಒಂದೊಂದನ್ನು ಸೇರಿಸುತ್ತಾ N ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಲೇ ಹೋಗಬಹುದು. N ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅನಂತ. ಸಮಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವನ್ನು E ಎಂದೂ ಬೆಸಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವನ್ನು O ಎಂದೂ ಸೂಚಿಸೋಣ.

$$E = \{ 2, 4, 6, 8, \ldots \ldots \ldots \ldots \}$$
$$O = \{ 1, 3, 5, 7, \ldots \ldots \ldots \ldots \}$$

E ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳೆಲ್ಲ N ಗಣದಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ. ಅಲ್ಲದೆ E ಯಲ್ಲಿಲ್ಲದ 1, 3, 5, ಮುಂತಾದ ಅನೇಕ ಧಾತುಗಳು N ನಲ್ಲಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ E ಗಣವು N ಗಣದ ಒಂದು ಸಮುಚಿತ ಉಪಗಣ. E ಮತ್ತು N ಎರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅನಂತ. E ಮತ್ತು N ಅನಂತಗಣಗಳು. E ಮತ್ತು N ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಏರ್ಪಡಿಸಬಹುದು.

$$\begin{array}{llllllllllll} N = 1 & 2 & 3 & 4 & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\, n & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\,. \\ \quad\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & & & \quad\ \downarrow & & & & \\ E = 2 & 4 & 6 & 8 & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\, 2n & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\,. \end{array}$$

N ಗಣದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಧಾತುವಿಗೂ ಅನುರೂಪವಾಗಿ E ಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಧಾತುವನ್ನು ತೋರಿಸಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ, N ಗಣದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಧಾತುಗಳಿವೆಯೋ E ಗಣದಲ್ಲಿಯೂ ಅಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ.

ಎರಡು ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದಾಗ, ಒಂದು ಗಣದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳು ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ ಎಂಬ ಉಕ್ತಿಯು ಸಾಂತಗಣಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಂತೆ ಅನಂತಗಣಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುವುದು.

E ಗಣವು N ನ ಒಂದು ಸಮುಚಿತ ಉಪಗಣವಾದುದರಿಂದ E ಯು N ನ ಒಂದು ಅಂಶ ಅಥವಾ ಭಾಗವಾಗುವುದು. ಆದರೆ N ನಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳು

E ಯಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ. ಅಂದರೆ ಪೂರ್ಣದ ಒಂದು ಅಂಶವು ಪೂರ್ಣಕ್ಕೇ ಸಮನಾಗುತ್ತದೆಯೇ? ಇದು ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿ ಕಂಡರೂ ಅನಂತಗಣಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಂತೆ ಇದು ಸತ್ಯ. ಅನಂತ ಗಣಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಇಂತಹ ಅನೇಕ ವಿಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾವು ಸಿದ್ಧರಾಗಿರಬೇಕು. ಸಾಂತಗಣಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳೇ ಬೇರೆ; ಅನಂತಗಣಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳೇ ಬೇರೆ.

$$N = \{ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \cdots \cdots \}$$
$$O = \{ 1, 3, 5, 7, \cdots \cdots \}$$
$$E = \{ 2, 4, 6, 8. \cdots \cdots \}$$

E ಮತ್ತು O ಗಳಿಗೂ O ಮತ್ತು N ಗಳಿಗೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು.

$$\begin{array}{lllllllll} N = & 1, & 2, & 3, & 4, & 5, & 6, & 7, & \cdots \cdots \cdots \\ & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ O = & 1, & 3, & 5, & 7, & 9, & 11, & 13, & \cdots \cdots \cdots \end{array}$$

ಅಥವಾ

$$\begin{array}{llllll} E = & 2 & 4 & 6 & 8 & \cdots \cdots \cdots \\ & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ O = & 1 & 3 & 5 & 7 & \cdots \cdots \cdots \end{array}$$

E ಮತ್ತು O ಎರಡು ಗಣಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ N ಗಣದ ಸಮುಚಿತ ಉಪಗಣ. ಆದುದರಿಂದ ಎರಡೂ N ಗಣದ ಅಂಶಗಳು. ಆದರೆ, N, E, O, ಈ ಮೂರು ಅನಂತಗಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗಣದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳು ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ.

ಇಷ್ಟೇ ಏಕೆ? N ಗಣದಲ್ಲಿ ಆದಷ್ಟು ಧಾತುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದರೂ ಉಳಿದ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅನಂತವಾಗಿದ್ದರೆ, ಈ ಗಣದಲ್ಲಿಯೂ N ಗಣದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳಿರುವುವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ N ನಲ್ಲಿ 10^n ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಆರಿಸಿ.

$$F = \{ 10^1, 10^2, 10^3, \cdots \cdots \cdots \cdots 10^n, \cdots \cdots \}$$

ಆದರೆ

$$\begin{array}{llllllll} N = & 1 & 2 & 3 & 4 & \cdots \cdots & n & \cdots \cdots \\ & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \\ F = & 10^1 & 10^2 & 10^3 & 10^4 & \cdots \cdots & 10^n & \cdots \cdots \end{array}$$

N ಮತ್ತು F ಗಣಗಳಿಗೆ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು

ಸಾಧ್ಯ. ಆದುದರಿಂದ N ನಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳು F ನಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ. F ಎಂಬುದು N ಗಣದ ಒಂದು ಸಮುಚಿತ ಉಪಗಣ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಈ ಲಕ್ಷಣವನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸಿ ಅನಂತಗಣಗಳ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕೊಡುವುದು ರೂಢಿ. ಒಂದು ಗಣಕ್ಕೂ ಅದರ ಒಂದು ಸಮುಚಿತ ಉಪಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಅದನ್ನು ಅನಂತಗಣವೆಂದೂ ಇದು ಅಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಅದನ್ನು ಸಾಂತಗಣವೆಂದೂ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಮಾಡಬಹುದು.

N ಗಣದೊಂದಿಗೆ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರುವ ಗಣಗಳನ್ನು **ಸಂಖ್ಯೇಯ ಗಣಗಳು** ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇಂತಹ ಸಂಖ್ಯೇಯ ಗಣದ ಗಣ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು '*a*' ಎಂದು ಸೂಚಿಸುವುದು ರೂಢಿ. ಸಂಖ್ಯೇಯ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಥವಾ N ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಯಾವ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಪೂರ್ಣಾಂಕವೂ (ಅದು ಎಷ್ಟೇ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರಲಿ) ಸೂಚಿಸಲಾರದು. ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆ. ಇದನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು *a* ಎಂಬ ಒಂದು ಹೊಸ ಗುರುತು ಅವಶ್ಯಕ. ಹೀಬ್ರೂ ಅಕ್ಷರ ಮಾಲೆಯ ಮೊದಲನೇ ಅಕ್ಷರವಾದ ಅಲೆಫ್ ಅನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಇದನ್ನು ಅಲೆಫ್‌ನಾಟ್ ಎಂದೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತಾರೆ.

E ಮತ್ತು O ಗಣಗಳು N ಗಣದ ಅಂಶಗಳಾದರೂ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ N ಗಣ ದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಧಾತುಗಳಿವೆ. ಎಂದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದರಲ್ಲಿಯೂ '*a*' ಧಾತುಗಳಿವೆ. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ನಿದರ್ಶನದ ಮೂಲಕ ವಿವರಿಸುವ ರೂಢಿಯುಂಟು. ವ್ಯವಹಾರದಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ನಿದರ್ಶನಗಳು ಬರುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ.

ಒಂದು ಹೋಟಲಿನಲ್ಲಿ ಅನಂತವಾದ ಕೊಠಡಿಗಳಿವೆ ಎನ್ನಿ. ಕೊಠಡಿಗಳ ಮೇಲೆ 1, 2, 3, 4, 5, ... ಎಂದು ನಂಬರುಗಳನ್ನು ಹಾಕಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನು ಮಾತ್ರ ತಂಗಬಹುದು.

$$N = \{ 1, 2, 3, 4, ... \}$$ ಗಣಕ್ಕೂ

ಕೊಠಡಿಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಕೊಠಡಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ '*a*'. ಒಂದು ದಿನ ಎಲ್ಲ ಕೊಠಡಿಗಳೂ ತುಂಬಿದ್ದವು. ಒಂದೊಂದು ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಒಬ್ಬೊಬ್ಬನು ಮಾತ್ರ ತಂಗಬಹುದಾದುದರಿಂದ, ಅತಿಥಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ '*a*'. ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ವಿಶ್ವದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಿಂದಲೂ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡಗಳಿಂದಲೂ ಗ್ರಹಗಳಿಂದಲೂ ಅನಂತಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಅತಿಥಿಗಳು ಬಂದರು. ಹೋಟಲಿನ ಮಾಲಿಕನು ಬೆಪ್ಪಾದನು. ಅಷ್ಟು ಜನರನ್ನೂ ವಾಪಸು ಕಳುಹಿಸಿದರೆ ತಾನಾಗಿ ಬಂದ ಲಾಭ ದಕ್ಕದಂತಾಗುವುದು. ಆಗ ಅವನ ಆಪ್ತಕಾರ್ಯ ದರ್ಶಿಯು ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಹೀಗೆ ಬಗೆಹರಿಸಿದ.

ಈಗ ತಂಗಿರುವ ಅತಿಥಿಗಳಲ್ಲಿ

1ನೇ ಕೊಠಡಿಯವನನ್ನು 2ನೇ ಕೊಠಡಿಗೂ
2ನೇ ಕೊಠಡಿಯವನನ್ನು 4ನೇ ಕೊಠಡಿಗೂ
3ನೇ ಕೊಠಡಿಯವನನ್ನು 6ನೇ ಕೊಠಡಿಗೂ
....

ಅರ್ಥಾತ್

nನೇ ಕೊಠಡಿಯವನನ್ನು $2n$ನೇ ಕೊಠಡಿಗೂ
....

ವರ್ಗಾಯಿಸಿದನಂತೆ. ಈ ವರ್ಗಾವಣೆಯನ್ನು

$$
\begin{array}{lccccccccc}
N: & 1 & 2 & 3 & 4 & \cdots & \cdots & n & \cdots & \cdots \\
 & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & & \downarrow & & \\
O: & 2 & 4 & 6 & 8 & \cdots & \cdots & 2n & \cdots & \cdots
\end{array}
$$

Nನಿಂದ Oಗಿರುವ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ವಿವರಿಸಬಹುದು. Oನಲ್ಲಿಯೂ a ಧಾತುಗಳಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಹಿಂದೆ ಬಂದಿದ್ದ 'a' ಅತಿಥಿಗಳೆಲ್ಲರಿಗೂ ವರ್ಗಾವಣೆ ಆದ ಮೇಲೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು ಜಾಗವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದಂತಾಗಿದೆ. ಈಗ ಬೆಸಸಂಖ್ಯೆಗಳಿರುವ ಕೊಠಡಿಗಳೆಲ್ಲ ಖಾಲಿ.

$$O = \{1, 3, 5, 7, \cdots \quad \cdots \quad \cdots\}$$

ಇದರಲ್ಲಿಯೂ a ಧಾತುಗಳಿರುವುವು. ಬಾಗಿಲಲ್ಲಿ ಕಾದಿರುವ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಯ a ಅತಿಥಿಗಳನ್ನು ಒಬ್ಬೊಬ್ಬರನ್ನಾಗಿ, ಬೆಸಸಂಖ್ಯೆ ಇರುವ ಕೊಠಡಿಗಳಿಗೆ ಹೋಗಿ ಎಂದು ಹೇಳಿ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸಿದ.

$$
\begin{array}{lcccccc}
\text{ಹೊಸ ಅತಿಥಿಗಳು} : & 1, & 2, & 3, & 4, & \cdots & \cdots \\
 & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \\
\text{ಖಾಲಿಯಾದ ಕೊಠಡಿಗಳು} : & 1, & 3, & 5, & 7, & \cdots & \cdots
\end{array}
$$

ಧನಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳು, ಋಣಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳು ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ–ಇವೆಲ್ಲವೂ ಇರುವ ಗಣವನ್ನು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಗಣ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಈ ಗಣವನ್ನು I ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ.

$$I = \{ \cdots \cdots -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, \cdots \cdots \}$$
$$N = \{ 1, 2, 3, 4, \cdots \cdots \cdots \cdots \}$$

Nನಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳೆಲ್ಲವೂ I ಗಣದಲ್ಲೂ ಇವೆ. N ಗಣದಲ್ಲಿಲ್ಲದ ಅನೇಕ ಧಾತುಗಳು (—2,—3,—4 ಮುಂತಾದುವು) Iನಲ್ಲಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ N

ಎಂಬುದು Iನ ಒಂದು ಸಮುಚಿತ ಉಪಗಣ. Iನಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ Nನಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದು ಊಹಿಸಿದರೆ ನಮ್ಮ ನಿರೀಕ್ಷೆ ತಪ್ಪಾಗುವುದು. N ಮತ್ತು Iಗಳಿಗೆ ಕೆಳಗೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಬಹುದು.

$$\begin{array}{llllllllllll} I: & \cdots\cdots & -4, & -3, & -2, & -1, & 0, & 1, & 2, & 3, & 4, & \cdots\cdots \\ & & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ N: & \cdots\cdots & 9 & 7 & 5 & 3 & 1 & 2 & 4 & 6 & 8 & \cdots\cdots \end{array}$$

ಆದುದರಿಂದ I ಎಂಬುದೂ ಒಂದು ಸಂಖ್ಯೇಯಗಣ. Iನಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ a. ಅಥವಾ Iನ ಗಣಸಂಖ್ಯೆ a.

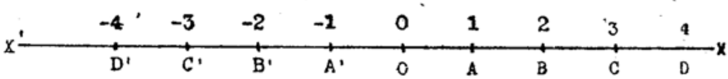
ಸಾಂತಸಂಖ್ಯೆಗಳು ವರ್ತಿಸುವ ರೀತಿಗೂ, ಅನಂತಸಂಖ್ಯೆ a ವರ್ತಿಸುವ ರೀತಿಗೂ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟು. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸಂಕಲನ ಮಾಡುವ ರೀತಿಯನ್ನು ನೋಡಿ.

$$a + 1 = a$$

$$a + \text{ಗೂಗಾಲ್} = a$$

$$a + a = a$$

ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಗಣವು ಸಂಖ್ಯೇಯವೆಂದು ತೋರಿಸಿದಂತಾಯಿತು. ಈಗ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. m ಮತ್ತು n ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಾದರೆ, $\frac{m}{n}$ ರೂಪದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇಲ್ಲಿ n ಶೂನ್ಯವಲ್ಲದ ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕ. $\frac{3}{2}$, $-\frac{5}{7}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{1}$, $\frac{6}{2}$, $\frac{17}{4}$ ಇವೆಲ್ಲ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು. $-\frac{6}{2} = -3$, $\frac{16}{4} = 4$ ಆದುದರಿಂದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿ—3, 4, ಮುಂತಾದ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳೂ ಇವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಗಣವಾದ I ಗಣವು ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಒಂದು ಸಮುಪಚಿತ ಉಪಗಣ



ಚಿತ್ರ 1

ಚಿತ್ರ 1ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸರಳರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ O ಎಂಬ ಒಂದು ಬಿಂದುವನ್ನು ಆರಿಸಿದೆ. OA = 1 ಎಂಬ ಮೂಲಮಾನವನ್ನು ಆರಿಸಿ, ಈ ಸರಳರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ A ಬಿಂದುವನ್ನು O ಬಿಂದುವಿನ ಬಲಗಡೆಗೆ ಆರಿಸಿದೆ. OA = 1,

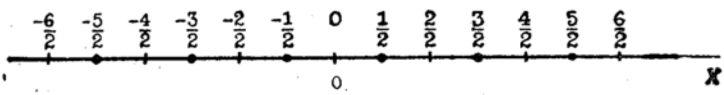
OB = 2, OC = 3, OD = 4, ಇತ್ಯಾದಿ, ಆಗುವಂತೆ A, B, C, D ಮುಂತಾದ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದೆ. ಹೀಗೆಯೇ OA′ = 1, OB′ = 2, OC′ = 3 OD′ = 4, ಇತ್ಯಾದಿ ಆಗುವಂತೆ O ಬಿಂದುವಿನ ಎಡಕ್ಕೆ A′, B′, C′, D′.... ಮುಂತಾದ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದೆ. ಈಗ A, B, C, D ಮುಂತಾದ ಬಿಂದುಗಳು 1, 2, 3, 4, ... ಮುಂತಾದ ಧನ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನೂ O ಬಿಂದುವುಶೂನ್ಯವನ್ನೂ A′, B′, C′, D′, ... ಬಿಂದುಗಳು —1,—2,—3,—4,.... ಮುಂತಾದ ಋಣ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುವುವು. ಚಿತ್ರ 1ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೂಲಮಾನ ಉದ್ದವಿರುವ

.... C′B′, B′A′, A′O, OA, AB, BC, ...

ಮುಂತಾದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರೇಖಾಖಂಡವನ್ನೂ ಎರಡೆರಡು ಸಮಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದಾಗ ಚಿತ್ರ 2ರಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿರುವಂತೆ ಛೇದದಲ್ಲಿ 2 ಇರುವ $\frac{m}{n}$ ರೂಪದ

$$...., -\frac{6}{2}, -\frac{5}{2}, -\frac{4}{2}, -\frac{3}{2}, -\frac{1}{2}, \frac{0}{2}, \frac{1}{2}, \frac{2}{2}, \frac{3}{2}, \frac{4}{2}, \frac{5}{2}; \frac{6}{2}, ...$$

ಮುಂತಾದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 2

ಒಂದು ಮೂಲಮಾನ ಉದ್ದವಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರೇಖಾಖಂಡವನ್ನೂ ಮೂರು ಸಮಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದಾಗ, ಛೇದದಲ್ಲಿ 3 ಬರುವ

$$.... -\frac{3}{3}, -\frac{2}{3}, -\frac{1}{3}, \frac{0}{3}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{3}{3}, ...$$

ಮುಂತಾದ $\frac{m}{n}$ ರೂಪದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, n ಎಂಬುದು ಶೂನ್ಯವಲ್ಲದ ಧನ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾದರೆ, ಒಂದು ಮೂಲಮಾನ ಉದ್ದವಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರೇಖಾಖಂಡವನ್ನೂ n ಸಮಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಿದಾಗ $\frac{m}{n}$ ರೂಪದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 1ರಲ್ಲಿ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಎರಡು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿದರೂ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಅನಂತವಾದ $\frac{m}{n}$ ರೂಪದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿವೆ ಎಂಬುದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ವಿಷಯವಾಗಿ

ನಿಮಗೆ ಕಾಣಬಹುದು. 2 ಮತ್ತು 3 ಈ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನೇ ಆರಿಸಿ. ಇವುಗಳ ಸರಾಸರಿಯಾದ $\frac{2+3}{2}=\frac{5}{2}=2.5$, ಈ ಎರಡು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ. 2 ಮತ್ತು 2.5 ಇವುಗಳ ಸರಾಸರಿಯಾದ $\frac{2+2.5}{2}=2.25$, ಈ ಸಂಖ್ಯೆ 2 ಮತ್ತು 2.5ಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ. 2 ಮತ್ತು 2.5 ಇವುಗಳ ನಡುವೆ $\frac{2+2.25}{2}=2.125$ ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ಇದೆ

$$2.5=\frac{25}{10}$$

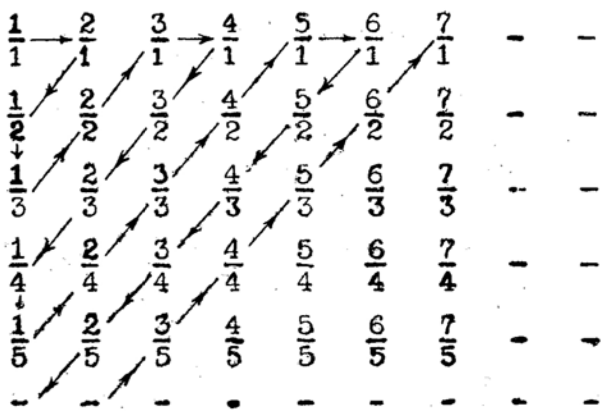
$$2.25=\frac{225}{100}$$

$$2.125=\frac{2125}{1000}$$ ಇತ್ಯಾದಿ

ಆದುದರಿಂದ ಇವೆಲ್ಲ $\frac{m}{n}$ ರೂಪದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು. ಹೀಗೆಯೇ ವಿಮರ್ಶಿಸುತ್ತ ಹೋಗಿ, 2 ಮತ್ತು 3 ಈ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ನಡುವೆ ಅನಂತವಾಗಿ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿರುವುವೆಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಅಷ್ಟೇ ಏಕೆ? ಯಾವ ಎರಡು ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೇ ಆರಿಸಿ. ಅವು ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟೇ ಹತ್ತಿರವಿರಲಿ, ಅವೆರಡು ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಅನಂತ. ಯಾವ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನಾರಿಸಿದರೂ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚಾದ ಅದರ ಮುಂದಿನ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆ ಯಾವುದು ಎಂದು ಹೇಳುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. I ಎಂಬ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿ, 2ರ ಮುಂದಿನ ಪೂರ್ಣಾಂಕ 3; 3ರ ಮುಂದಿನ ಪೂರ್ಣಾಂಕ 4. ಆದರೆ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿ 2ರ ಮುಂದಿನ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆ (ಎಂದರೆ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚಾದದ್ದು) ಯಾವುದು? ಈ ಸಂಖ್ಯೆ 2.1 ಎಂದರೆ, 2.01 ಎಂಬುದು 2 ಮತ್ತು 2.1 ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ. 2.001 ಎಂಬುದು 2ಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಹತ್ತಿರ. 2.0001 ಮತ್ತಷ್ಟು ಹತ್ತಿರ. ಹೀಗೆಯೇ ಅನೇಕ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೇಳುತ್ತಾ ಹೋಗಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಚಿತ್ರ 1ರಲ್ಲಿರುವ ಸರಳರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ದಟ್ಟವಾಗಿ ನಿವಿಷ್ಟವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ N ಎಂಬ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ ಪುನಃ ನಮ್ಮ ನಿರೀಕ್ಷೆ ತಪ್ಪಾಗುತ್ತದೆ. ಜಾರ್ಜ್ ಕ್ಯಾಂಟರನು ಬಹಳ ಕುಶಲತೆಯಿಂದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವೂ

ಸಂಖ್ಯೇಯವೆಂದು ತೋರಿಸಿದನು. ಈ ಸಾಧನೆಗೆ ಕ್ಯಾಂಟರನು ಅನುಸರಿಸಿದ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕ್ಯಾಂಟರನ **ಪ್ರಥಮ ಕರ್ಣ ವಿಧಾನ**ವೆಂದು ಕರೆಯುವರು.

ಚಿತ್ರ 3ರ ಮೊದಲನೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಛೇದ 1 ಇರುವ ಎಲ್ಲ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ಎರಡನೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಛೇದ 2 ಇರುವ ಎಲ್ಲ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ಮೂರನೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಛೇದ 3 ಇರುವ ಎಲ್ಲ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೂ, ಹಾಗೆಯೇ nನೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಛೇದ n ಇರುವ ಎಲ್ಲ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ಬರೆದಿದೆ. nನ ಎಲ್ಲಾ ಬೆಲೆಗಳಿಗೂ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಬರೆದಾಗ ಎಲ್ಲ ಧನಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಸ್ಥಾನ ಕಲ್ಪಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಈಗ ಚಿತ್ರ 3ರಲ್ಲಿ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಎಳೆದು ತೋರಿಸಿರುವ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿ.



ಚಿತ್ರ 3.

ಇವಕ್ಕೂ ಬೆಸಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಸಾಟಿಮಾಡಿ.

$$\begin{array}{cccccccccccccc} \frac{1}{1}, & \frac{2}{1}, & \frac{1}{2}, & \frac{1}{3}, & \frac{2}{2}, & \frac{3}{1}, & \frac{4}{1}, & \frac{3}{2}, & \frac{2}{3}, & \frac{1}{4}, & \frac{1}{5}, & \frac{2}{4}, & \dots\dots \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ 1 & 3 & 5 & 7 & 9 & 11 & 13 & 15 & 17 & 19 & 21 & 23 & \dots\dots \end{array}$$

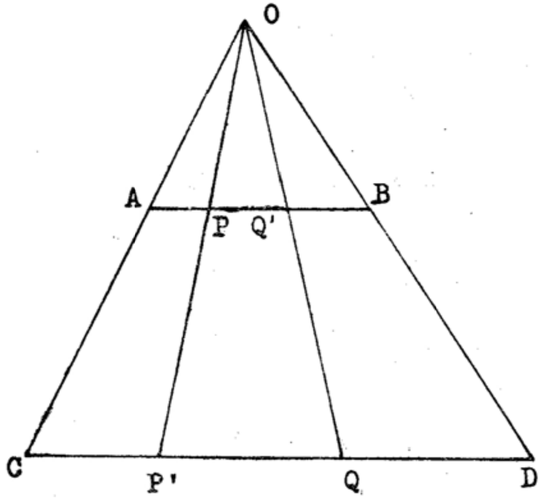
ಈಗ ಶೂನ್ಯ ಮತ್ತು ಋಣಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಸಮಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಸಾಟಿಮಾಡಿ.

$$\begin{array}{cccccccccccc} 0, & -\frac{1}{1}, & -\frac{2}{1}, & -\frac{1}{2}, & -\frac{1}{3}, & -\frac{2}{2}, & -\frac{3}{1}, & -\frac{4}{1}, & -\frac{3}{2}, & -\frac{2}{3} & -\frac{1}{4} & \dots \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 & 20 & 22 & \dots \end{array}$$

ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವಾದ N ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದಂತಾಯಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವೂ ಸಂಖ್ಯೇಯ. ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದ ಗಣಸಂಖ್ಯೆ a.

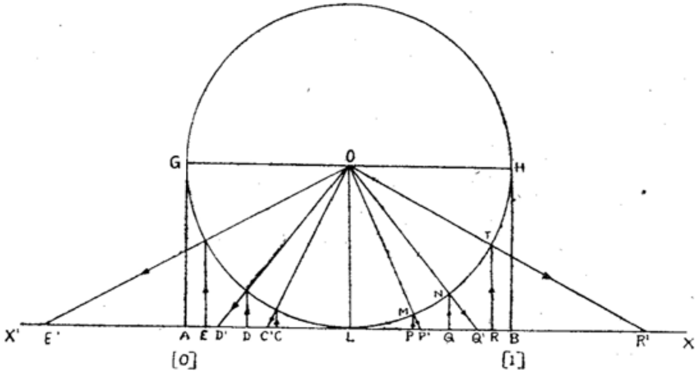
ಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt[3]{4}$, e, π ಮುಂತಾದ ಅಪರಿಮೇಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಬರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವನ್ನು ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಗಣವನ್ನು R ಎಂದು ಸಂಬೋಧಿಸುವುದು ರೂಢಿ. ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ R ಎಂಬ ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು ಸರಳರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರುವುದು. ಎಂದರೆ ಚಿತ್ರ 2 ರಲ್ಲಿರುವ X′X ಸರಳರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವೂ ಒಂದು ವಾಸ್ತವಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು. ವಿಲೋಮವಾಗಿ ಯಾವ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿದರೂ ಅದನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಒಂದೇ ಒಂದು ಬಿಂದುವು X′X ಸರಳರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಇದ್ದೇ ಇರುವುದು. ವಾಸ್ತವಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವೂ ಒಂದು ಅನಂತಗಣ. ಎಲ್ಲ ಅನಂತಗಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಒಂದೇ ಆಗಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಅನಂತಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಅನಂತವೆಂದು ಹೇಳಿ ಸುಮ್ಮನಾಗಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಈ ಅನಂತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು ಒಂದು ಸಂಕೇತದ ಆವಶ್ಯಕತೆ (ಅಥವಾ a) ಇರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಎರಡು ಅನಂತಗಣಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ ಒಂದು ಅನಂತಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಮುಂದಿನ ಚರ್ಚೆಯಿಂದ ತಿಳಿಯುವುದು. ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ಸ್ವಾಭಾವಿಕಸಂಖ್ಯೆಗಳಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ, ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವಾದ R ಒಂದು ಸಂಖ್ಯೇಯ ಗಣವಾಗುವುದು. ಆಗ R ನಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ a ಆಗುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ಕ್ಯಾಂಟರನು ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಲು ಯತ್ನಿಸಿದಾಗ ಇದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಅವನಿಗೆ ಅರಿವಾಯಿತು. ಕ್ಯಾಂಟರನು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸಿದ ಕ್ರಮವನ್ನು **ಕ್ಯಾಂಟರನ ದ್ವಿತೀಯ ಕರ್ಣವಿಧಾನ**ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ವಾಸ್ತವಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಯಾವಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿದರೂ ಸರಿಯೆ, ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಲು ನಾವು ಯತ್ನಿಸಿದರೆ, ಈ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೂ ಸೇರದ ಅನೇಕ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಇನ್ನೂ ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಕ್ಯಾಂಟರನು ತೋರಿಸಿದನು.



ಚಿತ್ರ 4.

ನಾಲ್ಕನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ CD ಯ ಉದ್ದ AB ಯ ಮೂರರಷ್ಟಿದೆ. ಆದರೂ CD ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟು ಬಿಂದುಗಳಿವೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ಬಿಂದುಗಳು AB ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆಯೂ ಇವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು. CA ಮತ್ತು DB ರೇಖೆಗಳು O ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಲಿ. AB ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ CD ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಲ್ಪಿಸಬಹುದು. AB ಯ ಮೇಲೆ P ಎಂಬ ಯಾವ ಬಿಂದುವನ್ನಾದರೂ ಆರಿಸಿ. OP ರೇಖೆಯನ್ನು ವೃದ್ಧಿಸಿದಾಗ ಅದು CD ರೇಖೆಯನ್ನು P_1 ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಲಿ. AB ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ P ಬಿಂದುವನ್ನು, CD ಯ ಮೇಲೆ ಇರುವ P_1 ಬಿಂದುವಿನೊಡನೆ ಸಾಟಿಮಾಡಿ. ಹೀಗೆ AB ಯ ಮೇಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವನ್ನೂ CDಯ ಮೇಲಿರುವ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನೊಡನೆ ಸಾಟಿ ಮಾಡಬಹುದು. ವಿಲೋಮವಾಗಿ CD ಯ ಮೇಲೆ Q ಎಂಬ ಯಾವ ಬಿಂದುವನ್ನಾದರೂ ಆರಿಸಿ. OQ ರೇಖೆಯು AB ಯನ್ನು Q_1 ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿದರೆ, CD ಯ ಮೇಲೆ ಇರುವ Q ಬಿಂದುವನ್ನು AB ಯ ಮೇಲಿರುವ Q_1 ಬಿಂದುವಿನೊಡನೆ ಸಾಟಿಮಾಡಿ. ಹೀಗೆ CD ಯ ಮೇಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವನ್ನೂ AB ಯ ಮೇಲಿರುವ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನೊಡನೆ ಸಾಟಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಹೀಗೆ AB ರೇಖಾಖಂಡಕ್ಕೂ CD ರೇಖಾಖಂಡಕ್ಕೂ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದರಿಂದ CD ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವಷ್ಟೇ ಬಿಂದುಗಳು AB ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲೆಯೂ ಇವೆ.



ಚಿತ್ರ 5.

ಚಿತ್ರ 5ರಲ್ಲಿ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇದೆ. AB ರೇಖಾಖಂಡವು ಇಡೀ X′X ಸರಳರೇಖೆಯ ಒಂದು ಭಾಗ. ABಯ ಉದ್ದ ಒಂದು ಮೂಲಮಾನ. A ಬಿಂದುವು ಶೂನ್ಯವನ್ನೂ B ಬಿಂದುವು 1 ಅನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ AB ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಇಡೀ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಿರುವ ಕ್ರಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದೆ. ABಯ ಮಧ್ಯಬಿಂದು L ಆಗಿರಲಿ. L ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ABಗೆ ಲಂಬವಾದ LO ರೇಖೆಯನ್ನೆಳೆದು ಅದರ ಮೇಲೆ $LO = \frac{1}{2}$ ಆಗುವಂತೆ O ಬಿಂದುವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದೆ. O ಕೇಂದ್ರ OL ತ್ರಿಜ್ಯವುಳ್ಳ ವೃತ್ತವನ್ನೆಳೆದಿದೆ. ಈ ವೃತ್ತವು ABರೇಖೆಯನ್ನು L ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವುದು. GOH ರೇಖೆ ಈ ವೃತ್ತದ ವ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ABಗೆ ಸಮಾಂತರ. G ಮತ್ತು Hಗಳಲ್ಲಿ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಎಳೆದ ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಗಳು X′X ರೇಖೆಯನ್ನು A ಮತ್ತು B ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುತ್ತವೆ. Pಯು ABಯ ಮೇಲೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಬಿಂದುವಾಗಿರಲಿ. P ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ABಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಎಳೆದ PM ರೇಖೆಯು ವೃತ್ತವನ್ನು M ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಲಿ. OM ರೇಖೆಯು X′X ರೇಖೆಯನ್ನು P_1 ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಲಿ. AB ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ P ಬಿಂದುವಿಗೂ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ P_1 ಬಿಂದುವಿಗೂ ಸಾಟಿಮಾಡಬಹುದು. ಇದೇ ರೀತಿ ABಯ ಮೇಲಿರುವ Q, R, C, D, E ಬಿಂದುಗಳನ್ನು X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ Q_1, R_1, C_1, D_1, E_1 ಬಿಂದುಗಳೊಡನೆ ಸಾಟಿಮಾಡಿದೆ. ಈ ಕ್ರಮವನ್ನನುಸರಿಸಿ ನೋಡಿದಾಗ ABಯ ಮೇಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವನ್ನೂ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ

ಒಂದೊಂದು ಬಿಂದುವಿನೊಡನೆ ಸಾಟಿಮಾಡಬಹುದು ಎಂದು ತಿಳಿಯುವುದು. AB ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಇಡೀ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರುವುದರಿಂದ, ಇಡೀ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟು ಬಿಂದುಗಳಿವೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ಬಿಂದುಗಳು AB ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲೆಯೂ ಇರುತ್ತವೆ.

ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವು ಸಂಖ್ಯೇಯವೇ ಅಲ್ಲವೆ ಎಂಬ ವಿಚಾರವನ್ನು ನಾವು ಈಗ ವಿಮರ್ಶಿಸುವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ. ಚಿತ್ರ 2ರಲ್ಲಿರುವ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರುವುದರಿಂದ, X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನೇ ವಾಸ್ತವಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವಷ್ಟೇ ಬಿಂದುಗಳು, ಒಂದು ಮೂಲಮಾನ ಉದ್ದವಿರುವ AB ರೇಖಾಖಂಡ(ಚಿತ್ರ 5)ದ ಮೇಲೂ ಇವೆ. ಆದುದರಿಂದ 0ಯಿಂದ 1ರ ವರೆಗೆ ಎಷ್ಟು ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿವೆಯೋ ಇಡೀ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆಯೂ ಅಷ್ಟೇ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿರುವುವು. 0ಯಿಂದ 1ರ ವರೆಗೆ ಇರುವ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣ ಸಂಖ್ಯೇಯವಲ್ಲವೆಂದು ತೋರಿಸಿದರೆ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣವೂ ಸಂಖ್ಯೇಯವಲ್ಲವೆಂದು ತೋರಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಮುಂದಿನ ಚರ್ಚೆಯಲ್ಲಿ 0ಯಿಂದ 1ರ ಒಳಗಿರುವ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೂ ಒಂದು ಅನಂತ ದಶಮಾಂಶದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ

$$\sqrt{2} = 1.4142 \dots \dots \dots \dots$$
$$\sqrt{3} = 1.7321 \dots \dots \dots \dots$$
$$1 = 0.9999999 \dots \dots \dots \dots$$
$$2.34 = 2.339999 \dots \dots \dots \dots$$

ಆದುದರಿಂದ 0ಯಿಂದ 1ರ ಒಳಗಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೂ ಒಂದು ಅನಂತ ದಶಮಾಂಶದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯ.

ಈಗ 0ಯಿಂದ 1ರ ನಡುವೆ ಇರುವ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಬರೆದು, ಅವಕ್ಕೂ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಸಾಟಿಮಾಡಿದರೆ, ಈ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿಲ್ಲದ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನಾವು ಮಾಡಿದ ಪಟ್ಟಿ ಕೆಳಗೆ ಕಂಡಂತೆ ಇದೆ ಎನ್ನೋಣ:

·27364 — — — — — →1
·31226 — — — — — →2
·56280 — — — — — →3
·62419 — — — — — →4
·95471 — — — — — →5
....
....

ಈ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ

ಮೊದಲನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮೊದಲನೇ ಅಂಕವಾದ	2
ಎರಡನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎರಡನೇ ಅಂಕವಾದ	1
ಮೂರನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮೂರನೇ ಅಂಕವಾದ	2
ನಾಲ್ಕನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ನಾಲ್ಕನೇ ಅಂಕವಾದ	1
ಐದನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಐದನೇ ಅಂಕವಾದ	1 ಇತ್ಯಾದಿ.

ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸೋಣ.

·21211 .... (A)

ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆಯಾದ ಅಂಕಗಳ ಬದಲು ಒಂದನ್ನೂ ಒಂದು ಇರುವ ಕಡೆ ಎರಡನ್ನೂ ಬರೆದರೆ,

·12122 .... (B)

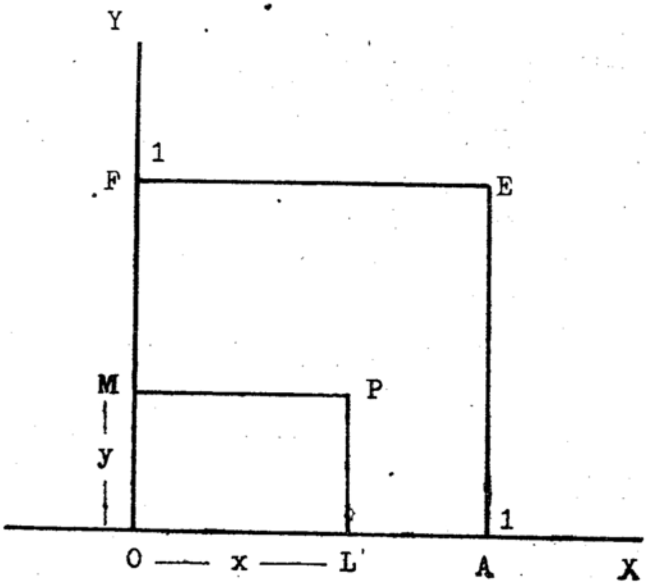
ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ಯಾವ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಅಲ್ಲವೆಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು. ಇದು ಮೊದಲನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಮೊದಲನೇ ಸಂಖ್ಯೆಗೂ ಇದಕ್ಕೂ ಮೊದಲನೇ ಅಂಕದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಎರಡನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎರಡನೇ ಅಂಕ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎರಡನೇ ಅಂಕಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆಯಾದುದರಿಂದ ಇದು ಎರಡನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಅಲ್ಲ. ಮೂರನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮೂರನೇ ಅಂಕ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮೂರನೇ ಅಂಕಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆಯಾಗಿದೆಯಾದುದರಿಂದ ಇದು ಮೂರನೇ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಅಲ್ಲ. ಹೀಗೆಯೇ ವಾದಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ,

·12122 ....

ಎಂಬ ಹೊಸ ಸಂಖ್ಯೆ ಮೇಲೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೊಡನೆ ಸಾಟಿಮಾಡಿ ಬರೆದ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೂ ಇಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿಯಬರುವುದು. ಹೀಗೆ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿಲ್ಲದೇ ಇರುವ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆ ಇದೊಂದೇ ಅಲ್ಲ, ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ. ಏಕೆಂದರೆ, ನಾವು

(A) ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ 1 ಇರುವ ಕಡೆಯೆಲ್ಲಾ 2ನ್ನು ಬರೆದು B ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಪಡೆದೆವು. 1 ಇರುವ ಕಡೆ 2ನ್ನು ಬರೆಯುವ ಬದಲು, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ಬರೆಯಬಹುದಿತ್ತು.

ಆದುದರಿಂದ ವಾಸ್ತವಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣ ಸಂಖ್ಯೇಯವಲ್ಲ. ಎಂದರೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ a ಆದರೆ, ವಾಸ್ತವಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು. ವಾಸ್ತವಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಂಬ ಅನಂತ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು 'c' ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸುವರು.



ಚಿತ್ರ 6

ಚಿತ್ರ 6 ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೂಲಮಾನ ಉದ್ದವಿರುವ OA ರೇಖೆಯಮೇಲೆ OAEF ವರ್ಗಾಕೃತಿಯನ್ನು ರಚಿಸಿದೆ. OA ರೇಖಾಖಂಡದಮೇಲೆ ಎಷ್ಟು ಬಿಂದುಗಳಿವೆಯೋ ಇಡೀ X′X ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆಯೂ ಅಷ್ಟೇ ಬಿಂದುಗಳಿವೆ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಿದೆವು. OAEF ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗೆ ಎಷ್ಟು ಬಿಂದುಗಳಿವೆ? ಈ ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು OA ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ನಾವು ಊಹಿಸಿದರೆ ತಪ್ಪಾಗುವುದು. ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ OA ರೇಖಾ

ಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಒಂದು–ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದರಿಂದ OAEF ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗಿರುವಷ್ಟೇ ಬಿಂದುಗಳು OA ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲೆಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. OAEF ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗೆ P ಎಂಬ ಒಂದು ಬಿಂದುವನ್ನು ಆರಿಸಿದೆ. P ಬಿಂದುವಿನಿಂದ OA ರೇಖೆಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ PL ರೇಖೆಯನ್ನೂ, OF ರೇಖೆಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ PM ರೇಖೆಯನ್ನೂ ಎಳೆದಿದೆ. $PM=x$ ಮತ್ತು $PL=y$ ಆಗಿರಲಿ. OX ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ O ಬಿಂದುವು ಶೂನ್ಯವನ್ನೂ A ಬಿಂದುವು 1 ಅನ್ನೂ ಸೂಚಿಸಿದರೆ, $OL=PM=x$ ಆದುದರಿಂದ, x ಎಂಬುದು O ಯಿಂದ 1 ರ ಒಳಗಿರುವ ಒಂದು ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆ.

$x=0{\cdot}\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3\ \alpha_4 \dots \dots \dots$ ಆಗಿರಲಿ. OY ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ O ಬಿಂದುವು ಶೂನ್ಯವನ್ನೂ F ಬಿಂದುವು 1 ಅನ್ನೂ ಸೂಚಿಸಿದರೆ $OM=PL=y$ ಆದುದರಿಂದ y ಎಂಬುದೂ 0ಯಿಂದ 1ರ ಒಳಗಿರುವ ಒಂದು ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆ.

$$y = 0.\beta_1\ \beta_2\ \beta_3\ \beta_4 \dots \dots \dots \text{ ಆಗಿರಲಿ.}$$

x ಮತ್ತು yಗಳನ್ನು P ಬಿಂದುವಿನ ನಿರ್ದೇಶಕಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವೆವು ಮತ್ತು P ಬಿಂದುವನ್ನು (x, y) ಎಂದು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವುದು ರೂಢಿ.

$$x=0{\cdot}\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3\ \alpha_4 \dots \dots \dots \dots$$
$$y=0.\beta_1\ \beta_2\ \beta_3\ \beta_4 \dots \dots \dots \dots$$

ಈಗ $0.\alpha_1\beta_1\ \alpha_2\beta_2\ \alpha_3\beta_3\ \alpha_4\beta_4 \dots \dots$ ಎಂಬ ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆ 0ಯಿಂದ 1ರ ಒಳಗಿನ ಒಂದು ಸಂಖ್ಯೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಒಂದು ಬಿಂದು OA ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲೆ ಇದ್ದೇ ಇರುವುದು. OAEF ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗಿರುವ P ಬಿಂದುವಿಗೂ, OA ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ

$$\cdots \alpha_1\beta_1\ \alpha_2\beta_2\ \alpha_3\beta_3\ \alpha_4\beta_4 \dots \dots \dots \dots$$

ಬಿಂದುವಿಗೂ ಸಾಟಿಮಾಡಿ. ಈ ಕ್ರಮವನ್ನನುಸರಿಸಿದಾಗ OAEF ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವನ್ನೂ OA ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ ಒಂದೊಂದು ಬಿಂದುವಿನೊಡನೆ ಸಾಟಿಮಾಡಬಹುದು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ,

$$x=0{\cdot}67432 \dots \dots \dots \dots \dots$$
$$y=0{\cdot}56421 \dots \dots \dots \dots \dots \quad \text{ಆದರೆ}$$

$0{\cdot}6576443221 \dots \dots \dots \dots \dots$ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ OA

ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುವಿಗೂ P ಬಿಂದುವಿಗೂ ಸಾಟಿಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ವರ್ಗಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಿಂದುಗಳಿಗೆ x ಮತ್ತು y ನಿರ್ದೇಶಕಗಳಲ್ಲಿ x ನಿರ್ದೇಶಕಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರಬಹುದು; y ನಿರ್ದೇಶಕಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರಬಹುದು; ಎರಡು ನಿರ್ದೇಶಕಗಳೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು OA ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಿಂದುಗಳೊಡನೆ ಸಾಟಿಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ಆದುದರಿಂದ OAEF ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಒಳಗಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ OA ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಒಂದು-ಒಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. OAEF ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಬಿಂದುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ c, ಎಂದರೆ OA ರೇಖಾಖಂಡದ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಷ್ಟೇ ಆಗಿರುವುದು. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಘನಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ c ಎಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು.

ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿ a ಧಾತುಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಸರಳ ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಇದನ್ನು c ಎಂದು ಸೂಚಿಸುವೆವು. ಈ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆ ಇದೆಯೇ? ಎಂದರೆ, ಇನ್ನು ಯಾವುದಾದರೂ ಅನಂತ ಗಣದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು, ವಾಸ್ತವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನತೆಯ ಸಮಸ್ಯೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಬಹಳ ಕಾಲ ಬಿಡಿಸಲಾಗದ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿತ್ತು. a ಮತ್ತು c ಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಯಾವ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಇಲ್ಲವೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ, ಈ ಭಾವನೆ ಗಣ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಆಧಾರ ಭಾವನೆಗಳಿಗೆ ವಿರೋಧವಾಗಿಲ್ಲವೆಂದು ಈಗ ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಆದರೆ ಒಂದು ಸರಳರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ c ಎಂಬುದೇ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾದ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲ. ನಾನಾ ರೀತಿಯ ವಕ್ರರೇಖೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಥವಾ ಬಿಂಬಕಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು f ಎಂದು ಸೂಚಿಸುವರು.

ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ಸೇರಿಸಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಬರೆದಿದೆ.

$$1, 2, 3, 4, 5, \dots \dots \dots a, c, f \dots \dots \dots$$

ಒಂದು ಇಸ್ಪೀಟು ಎಲೆಗಳ ಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ 52 ಎಲೆಗಳಿವೆ ಎಂದು ಹೇಳುವಷ್ಟೇ ಸರಾಗವಾಗಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣದಲ್ಲಿ a ಧಾತುಗಳಿವೆ ಎಂದೂ ಒಂದು

ಸರಳ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ c ಬಿಂದುಗಳಿವೆ ಎಂದೂ ನಾನಾ ರೀತಿಯ ವಕ್ರರೇಖೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ f ಎಂದೂ ಹೇಳುವೆವು. a, c, f ಎಂಬ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಭಾವನೆಯನ್ನೂ ರೂಪಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ fಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದ ಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇರುವ ಯಾವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಅನಂತಗಣವೂ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ಇದುವರೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ನಾವು ವ್ಯವಹರಿಸುವ ಅನಂತಗಣಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ a, c, f ಎಂಬ ಮೂರು ಅನಂತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಂದಲೇ ಸೂಚಿಸಬಹುದೆಂದು ತೋರುವುದು.

ಹಿಮಾಶ್ಮದ ಪರೀಕ್ಷೆಯಿಂದ ಗತಕಾಲದ ವಾಯುಗುಣದ ಮಾಹಿತಿ

ಉತ್ತರ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವ ಹಿಮಾಶ್ಮದ (glacier) ಪರೀಕ್ಷೆ ನಡೆಸಿ, ಗತಿಸಿಹೋದ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ವಾಯುಗುಣದಲ್ಲಾಗಿರಬಹುದಾದ ಏರಿಳಿತಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆದಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾಗಿರುವ ತತ್ವವನ್ನು 1954ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ಸೂಚಿಸಿದವರು ಡೆನ್ಮಾರ್ಕಿನ ಡಾನ್ಸ್‌ಗಾರ್ಡ್‌ರವರು. ಮಂಜುಗೆಡ್ಡೆ ರೂಪುಗೊಂಡ ಕಾಲದಲ್ಲಿದ್ದ ತಾಪ ಕಡಮೆಯಾದಷ್ಟೂ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಹಗುರ ಐಸೋಟೋಪುಗಳ (H ಮತ್ತು ^{16}O) ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ಭಾರವಾದ ಐಸೋಟೋಪುಗಳ (D ಮತ್ತು ^{18}O) ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ಅವರು ತೋರಿಸಿದರು.

ಈ ತತ್ವದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಹಿಮಾಶ್ಮದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸಿದವರು ಕೋಪನ್ ಹೇಗನ್ನಿನ ಎಸ್. ಜೆ. ಜಾನ್ಸನ್, ಡಬ್ಲ್ಯು. ಡಾನ್ಸ್‌ಗಾರ್ಡ್ ಮತ್ತು ಎಚ್. ಬಿ. ಕ್ಲಾಸೆನ್‌ರವರು. ಅಮೆರಿಕದ ಸೇನೆಯ ಶೀತ ಪ್ರದೇಶ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದವರು ಉತ್ತರ ಗ್ರೀನ್ಲೆಂಡಿನ ಹಿಮಾಶ್ಮ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಯಾಂಪ್ ಸೆಂಚುರಿ ಎಂಬಲ್ಲಿ 1400 ಮೀಟರ್ ಗಾತ್ರದ ಮಂಜುಗೆಡ್ಡೆ ಪದರಗಳನ್ನು ತೆಗೆದು ಈ ಮೂವರು ಡೇನಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಸಿದರು. ಅವರ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಕಂಡುಬಂದಿರುವಂತೆ ಕಳೆದ 800 ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾದ ಏರಿಳಿತಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಏರಿಳಿತಗಳು ಒಟ್ಟು ಗ್ರಹದ ತಾಪದಲ್ಲೇ ಆಗಿರುವ ಎರಿಳಿತಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಈ ಏರಿಳಿತಗಳಿಗೆ ಸೌರ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳೇ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವೆಂಬಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ.

1900 ರಿಂದ 1970ರ ವರೆಗಿನ ಅವಧಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಬೆಚ್ಚನೆಯ ಅವಧಿಯಾಗಿದ್ದುದಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಇಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ ಶೀತ ವಾತಾವರಣದ ನಿರೀಕ್ಷೆ ಇದೆ. ಪುನಃ 2015ರ ವೇಳೆಗೆ ತಾಪವು ಒಂದು ಗರಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಮುಟ್ಟಬಹುದೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ. ದೂಳು ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನಿಂದ ಆಗುವ ವಾತಾವರಣದ ಮಲಿನತೆಯಿಂದ ಈ ನಿರೀಕ್ಷೆ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಏರುಪೇರಾಗುವ ಸಂಭವವೂ ಇದೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal*, ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದ ಚಂದ್ರ, ಫೊಬಾಸ್ ಕುರಿತ ಮಾಹಿತಿ

ಭೂಮಿಗೆ ಚಂದ್ರ ಹೇಗೋ ಹಾಗೆ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಎರಡು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡದರ ಹೆಸರು ಫೊಬಾಸ್. ಕಳೆದ ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲಿ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ (ಆ ಗ್ರಹದಿಂದ ಕೇವಲ 86,000 ಮೈಲಿ ದೂರಕ್ಕೆ) ತಲುಪಿದ ಮ್ಯಾರಿನರ್–7 ಭೂಮಿಗೆ ರವಾನಿಸಿದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಫೊಬಾಸ್ ಬಗ್ಗೆ ಅತ್ಯುಪಯುಕ್ತ ಮಾಹಿತಿ ದೊರೆತಿದೆ.

ಆ ಉಪಗ್ರಹ ಗೋಳಾಕಾರವಾಗಿಲ್ಲ, ಆಲೂಗಡ್ಡೆಯಂತಿದೆ. ಸಮಭಾಜಕ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಅದರ ವ್ಯಾಸ ಕೇವಲ 14 ಮೈಲಿ. ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಇದುವರೆಗೆ ನಮ್ಮ ಪರಿಶೀಲನೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಿರುವ ಕಾಯುಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ ಪ್ರಕಾಶತೆಯ ಕಾಯ ವೆಂದರೆ ಅದೇ. ಪ್ರಕಾಶತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಆಲ್ಬಿಡೊ ಎಂಬ ಏಕಮಾನವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ಚಂದ್ರನ ಪ್ರಕಾಶತೆ 0·115 ಆಲ್ಬಿಡೊ ಇದ್ದರೆ ಫೊಬಾಸ್ ಪ್ರಕಾಶತೆ ಕೇವಲ 0·065 ಆಲ್ಬಿಡೊ. ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ಪ್ರಕಾಶತೆ 0·154 ಆಲ್ಬಿಡೊ.

ಅದರ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಕಾಶತೆಗೆ ಕಾರಣ, ಅದರ ಮೈಮೇಲೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ದೂಳಿಲ್ಲದಿರು ವುದು ಎಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಕಾಯಗಳೆಲ್ಲ ರೂಪುಗೊಂಡಿರುವುದು ವಸ್ತು ಶೇಖರಣೆಯಿಂದ ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ; ಅಂದರೆ ಅಂತರಗ್ರಹೀಯ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಿರಳವಾಗಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವ ವಸ್ತು ಕ್ರಮೇಣ ಒಂದು ಕಡೆ ಶೇಖರವಾಗುವುದರಿಂದ. ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಗೋಳಾಕಾರಕ್ಕೆ ಅದೇ ಕಾರಣ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಫೊಬಾಸ್‌ಗೆ ಗೋಳಾಕಾರವಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಹಾಗೆ ರೂಪುಗೊಂಡಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಕೋಚುಕೋಚಾಗಿರುವ ಆ ಕಾಯ ಸೌರವ್ಯೂಹ ರೂಪು ಗೊಂಡ ಕೆಲಕಾಲದ ಮೇಲೆ ಎಲ್ಲಿಂದಲೋ ಬಂದು ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ಗುರುತ್ವ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಂಧಿತವಾಗಿರಬಹುದೆಂದೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ.

(ಆಧಾರ: *Chemistry*, ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಕೃತಕ ಬೆಳಕು

ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಮಾನವ ಸಹಿತ ಕಕ್ಷಾ ಸಂಶೋಧನಾಲಯುಗಳು **(orbiting laboratories)** ಸೌರಶಕ್ತಿಯಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ ಕೊಳ್ಳುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ಅಲ್ಲಿಯ ಪರಿಸರವನ್ನೇ ಅನುಕರಿಸುವ ಏರ್ಪಾಡು ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆ ಪರಿಸರದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಕಾಶ ಮಾನವಾದ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕು. ಇದುವರೆಗೆ ತಯಾರಿಸಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪವೆಂದರೆ 20,000 ವಾಟ್‌ಗಳ ಬಲ್ಬು.

ಈಗ ಅದಕ್ಕಿಂತ 20ರಷ್ಟು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಒಂದು ದೀಪವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ನ್ಯಾಸಾ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಜಾನ್ ಎಲ್. ಪೊಲಾಕ್‌ರವರು ಇದನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ಎರಡೂವರೆ ವರ್ಷಕಾಲ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಇದು ಒಂದು ಚಾಪದೀಪ (arc lamp). ಕೇವಲ 7.5 ಸೆಮೀ. ಉದ್ದದ ಚಾಪದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು 125 ಮಸೂರಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ, ತರುವಾಯ ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಕನ್ನಡಿಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬಂದ ಮುಖ್ಯ ಸಮಸ್ಯೆ ಎಂದರೆ ಚಾಪದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಕ್ಯಾಥೋಡಿನದು. ಕ್ಯಾಥೋಡಿನ ಚೂಪುತುದಿ 3200° C ಗೆ ಕಾದು ಕರಗಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ತೊಂದರೆಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಬಟ್ಟಲಿನಾಕಾರದ ತುದಿಯುಳ್ಳ ಕ್ಯಾಥೋಡನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಶಾಖವು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲೆ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಏರ್ಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕ್ಯಾಥೋಡನ್ನು ತಣಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಏರ್ಪಾಡು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಕ್ಯಾಥೋಡಿಗೆ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್ ಮತ್ತು ತಾಮ್ರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅದಕ್ಕೆ ಚಿನ್ನದ ಲೇಪ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಕ್ಯಾಥೋಡಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯದಂತೆ ರಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಈ ಚಾಪ ದೀಪಕ್ಕೆ ಆರ್ಗಾನ್ ಆವರಣವನ್ನು ಒದಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯನ್ನು ಅನುಕರಿಸಲು ಕ್ಸೀನಾನ್ ಆವರಣ ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮವೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.

35 ಅಡಿ ಉದ್ದ, 30 ಅಡಿ ಅಗಲದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಶೂನ್ಯ ಮಂದಿರದ (vacuum chamber) ನೆಲದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿಸಿಟ್ಟ ಈ ದೀಪದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಚಾವಣಿಯಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಕನ್ನಡಿಗಳ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಮಂದಿರದ ಒಳಗಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅನುಕರಿಸುವುದೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal,* ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಸಿಗರೇಟು ಅಭ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಯುರ್ಮಾನ

1920ರಿಂದ ಈಚೆಗೆ ಅಮೆರಿಕದ ನವಜಾತ ಶಿಶುವಿನ ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಯುರ್ಮಾನ 11.2 ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ಆದರೆ 40 ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಗಂಡಸರ ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಯುರ್ಮಾನ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳಷ್ಟೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ; ಕಾಸ್ಟಾ ರಿಕ, ಪೋರ್ಚುಗಲ್ ಮುಂತಾದ ಕೆಲವು ದಲಿತರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಹ ವಯಸ್ಕರ ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಯುರ್ಮಾನ ಇಂದು ಅಮೆರಿಕನ್ನರದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಅಮೆರಿಕನ್ ಗಂಡಸರ ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಯುರ್ಮಾನ ಅಧಿಕಗೊಳ್ಳದೆ ತಟಸ್ಥವಾಗಿರಲು ಅನೇಕ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ದೇಹಸ್ಥೌಲ್ಯ, ಮೇದೋಯುಕ್ತ ಆಹಾರ, ವ್ಯಾಯಾಮದ ಅಭಾವ—ಹೀಗೆ ಹಲವಾರು ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಸೂಚಿ

ಸಿದ್ದಾರೆ. ಈಚೆಗೆ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಬರ್ಕ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಸ್ಯಾಮುಯಲ್ ಎಚ್. ಪ್ರೆಸ್ಟನ್‌ರವರು ಹದಿನೇಳು ವಿವಿಧ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಮರಣ ಮತ್ತು ಮರಣದ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ, ಅಮೆರಿಕನ್ ಗಂಡಸರ ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಯುರ್ಮಾನ ಹೆಚ್ಚದಿರುವುದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ಸಿಗರೇಟ್ ಅಭ್ಯಾಸ ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅಮೆರಿಕನ್ ಗಂಡಸರ ವಾರ್ಷಿಕ ಸರಾಸರಿ ಸಿಗರೇಟು ಉಪಯೋಗ 1910ರಲ್ಲಿ 220 ಇದ್ದದ್ದು 1930ರಲ್ಲಿ 1370 ಆಯಿತು, 1960ರ ವೇಳೆಗೆ ಅದು 3810ಕ್ಕೇರಿತು. ಅಮೆರಿಕನ್ ಹೆಂಗಸರು ಅಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸಿಗರೇಟು ಸೇದುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಅವರ ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಯುರ್ಮಾನದ ಆಧಿಕ್ಯ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಷ್ಟಿದೆ. 1935ರಲ್ಲಿ ಸೇಕಡ 1.7 ಹೆಂಗಸರಿಗೆ ಸಿಗರೇಟು ಅಭ್ಯಾಸವಿತ್ತು, ಗಂಡಸರಲ್ಲಿ ಅದೇ ಸೇಕಡ ಪ್ರಮಾಣ 28.1 ಇತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬಹುದು. ಯಾವುದೇ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್, ಹೃದ್ರೋಗ ಮತ್ತು ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ರೋಗಗಳ ಕಾರಣ ಸಂಭವಿಸುವ ಮರಣಸಂಖ್ಯೆಗೂ ಆ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಿಗರೇಟು ಅಭ್ಯಾಸವಿರುವವರ ಸಂಖ್ಯೆಗೂ ಸ್ಪಷ್ಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರೆಸ್ಟನ್‌ರವರು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

(ಆಧಾರ : *Scientific American,* ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಗುರುತ್ವ ತರಂಗಗಳು

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರವರ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಿತ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಗುರುತ್ವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತದೆ. ಈ ತರಂಗಗಳು ಇತರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳನ್ನು ತಲಪಿದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಗುರುತ್ವ ತರಂಗಗಳು ವಾಸ್ತವವಾಗಿಯೂ ಇವೆಯೇ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಆಧಾರ ಇನ್ನೂ ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಇದೀಗ ಅದಕ್ಕೆ ಪುರಾವೆ ಸಿಕ್ಕಿದೆ ಎಂದು ಪ್ರಿನ್ಸ್‌ಟನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಜೋಸೆಫ್ ವೆಬರ್ ಅವರು ಹೇಳಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.

ಗುರುತ್ವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಅವರು ಏರ್ಪಡಿಸಿರುವ ಉಪಕರಣ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟದಲ್ಲ. ಒಂದು ಸಾವಿರ ಕಿಮೀ. ದೂರದಲ್ಲಿ (ಆರ್ಗನ್ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು, ಮೇರಿಲ್ಯಾಂಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಒಂದರಂತೆ) 1400 ಕಿಗ್ರಾಂ. ತೂಕದ ಎರಡು ಲೋಹದ ಸಿಲಿಂಡರುಗಳನ್ನು ತೂಗುಹಾಕಿದ್ದಾರೆ. ಅವೆರಡರಲ್ಲೂ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಚಲನೆ ಪ್ರಚೋದಿತವಾದರೆ ವಿಶ್ವದ ಯಾವುದೇ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಗುರುತ್ವ ತರಂಗಗಳು ಬಂದು ಮುಟ್ಟಿವೆ ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಬಹುದು. ಜೂನ್ 1969ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಅಂತಹ ಚಲನೆ ಕಂಡುಬಂತು. ಆದರೆ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಸಂದೇಹಗಳೂ ಎದ್ದುವು. ಭೂಕಂಪ,

ವಿಶ್ವಕಿರಣ ಮುಂತಾದುವುಗಳಿಂದ ಸಿಲಿಂಡರುಗಳು ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗಿರಬಹುದೇ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಎದ್ದಿತ್ತು. ಈಚೆಗೆ *Physical Review Letters* ಪತ್ರಿಕೆಗೆ ಬರೆದಿರುವ ಒಂದು ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವೆಬರ್‌ರವರು ಈ ಸಂದೇಹಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಸೂಕ್ತ ಉತ್ತರ ನೀಡಿ, ಸಿಲಿಂಡರುಗಳ ಮೇಲೆ ಆದ ಪರಿಣಾಮ ಗುರುತ್ವ ತರಂಗಗಳದ್ದೇ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಬಲವತ್ತಾದ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ್ದಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಆ ತರಂಗಗಳ ಆಕರ ನಮ್ಮ ಗೆಲ್ಯಾಕ್ಸಿಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿದೆ ಎಂದೂ ವಾದಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಆ ಆಕರದ ಸ್ವರೂಪ ಏನೆಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಏನೂ ಖಚಿತವಾಗಿ ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಪರಮನವ್ಯ (**supernova**) ಒಂದರ ಕುಸಿತದಿಂದ ತರಂಗಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಿರಬಹುದು; ದೈತ್ಯ ತಾರೆಗಳ ಸಂಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸಿರಬಹುದು. ಅದೇನೇ ಇರಲಿ, ಗೆಲ್ಯಾಕ್ಸಿಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ 10^{10} ಸೂರ್ಯಗಳಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವುದರಿಂದ ತರಂಗಗಳು ಅಲ್ಲಿಂದಲೇ ಬಂದಿರಬೇಕೆಂಬುದು ವೆಬರ್ ಅವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal,* ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಚಂದ್ರನ ಮೇಲಿನ ಕುಳಿಗಳ ಮೂಲ

ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿರುವ ಕುಳಿಗಳು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾದುವು ಎಂಬುದನ್ನು ಕುರಿತು ಎರಡು ವಾದಗಳು ಇದುವರೆಗೆ ಕೇಳಿಬಂದಿವೆ. ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ಆಗಿವೆ ಎಂಬುದೊಂದು ವಾದ; ದೊಡ್ಡದೊಡ್ಡ ಉಲ್ಕೆಗಳ ಬಡಿತದಿಂದ ಆಗಿವೆ ಎಂಬುದು ಇನ್ನೊಂದು ವಾದ. ಇದೀಗ ಮೂರನೆಯ ಒಂದು ವಾದ ಕೇಳಿಬರುತ್ತಿದೆ. ಲೈಸೆಸ್ಟರ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಡಾ. ಅಲಾನ್ ಮಿಲ್ಸ್ ಅವರ ಪ್ರಕಾರ ಚಂದ್ರನ ಅಂತರಾಳದಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ತಂಪಾದ ಅನಿಲದಿಂದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿನ ದೂಳು, ಮರಳು ಮತ್ತು ಚಿಕ್ಕ ಕಲ್ಲುಹರಳುಗಳ ಕಲಕಾಟದಿಂದ ಕುಳಿಗಳು ಉಂಟಾಗಿವೆ. ಚಂದ್ರನ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅನಿಲ ತುಂಬಿದ ಪೊಟರೆಗಳಿವೆ ಯೆಂದೂ ಆಗಾಗ್ಗೆ ಅನಿಲವು ಬಿರುಕುಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರಕ್ಕೆ ಪ್ರವಹಿಸುವುದರಿಂದ ದೂಳು ಮತ್ತು ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ಕಲ್ಲುಹರಳುಗಳು ಕಲಕಿದಂತಾಗುವುದೆಂದೂ ಅನಿಲ ಪ್ರವಾಹ ನಿಂತುಹೋದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಕುಳಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದೆಂದೂ ಅವರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ತಮ್ಮ ವಾದವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಅವರು ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ವಾದ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿ ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಸರಂಧ್ರ ಫೆಲ್ಟ್ ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ಒಂದೆರಡು ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪ ಪುಡಿಮಾಡಿದ ಕಲ್ಲು ಹರಡಿ, ಕೆಳಗಿನಿಂದ ಸಂಮರ್ದಿತ ಅನಿಲವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿ, ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲದ ಮೇಲೆ ಅನಿಲ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದಾಗ ಫೆಲ್ಟ್ ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ಚಂದ್ರನ ಕುಳಿಗಳಂತೆಯೇ ಕಾಣುವ ಕುಳಿಗಳು ರೂಪುಗೊಂಡುವು. ಕ್ರಮೇಣ ಪೊಟರೆಗಳಲ್ಲಿನ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡ ಕಡಮೆಯಾದಂತೆ ಅನಿಲ

ಪ್ರವಾಹಗಳ ಹೊರಸೂಸುವಿಕೆ ವಿರಳವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದರಿಂದ, ಒಂದು ವೇಳೆ ಅಪರೂಪವಾಗಿ ಪ್ರವಾಹ ಆಗಾಗ್ಗೆ ಹೊರಸೂಸಿದರೂ ಅದರ ತೀವ್ರತೆ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದರಿಂದ, ಅದೇ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಕುಳಿಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುವೆಂದೂ, ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಮೇಲ್ಮೈ ಗಡುಸಾಗುವುದೆಂದೂ ಅವರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ. ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಕುಳಿಗಳು ಒಂದರೊಳಗೊಂದು ಕಾಣಬರುವುದು ಅವರ ವಾದಕ್ಕೆ ಪುಷ್ಟಿ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಅವರ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ಕುಳಿಗಳು ಮೂರು ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷದವು; ಚಿಕ್ಕ ಕುಳಿಗಳ ವಯಸ್ಸು ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ. ಅಪೊಲೊ–12 ಚಂದ್ರನೌಕೆಯು ಚಂದ್ರನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹಾರಿದ ತರುವಾಯ ಅದರ ರಾಕೆಟ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈ ಜಾಗಟೆಯಂತೆ ದೀರ್ಘ ಕಾಲ ಕಂಪಿಸಿದ್ದಕ್ಕೆ (**ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ನಾಟಕ,** ಸಂಪುಟ 2, ಸಂಚಿಕೆ 3, **ವಿಜ್ಞಾನ ವಾರ್ತೆ,** ಪುಟ 101) ಚಂದ್ರಕಾಯದೊಳಗಿನ ಅನಿಲ ತುಂಬಿದ ಪೊಟರೆಗಳೇ ಕಾರಣವೆಂದು ಮಿಲ್ಸ್ ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ವಿಷಯವೇನೆಂದರೆ, ಗಾಳಿಯಿಂದ ಹೊಡೆದುಕೊಂಡು ಬಂದ ದೂಳು ಉಂಟುಮಾಡುವ ನಮೂನೆಗೂ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿನ ಕುಳಿಗಳಿಗೂ ಸಾಮ್ಯವಿದ್ದುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ರಾಬರ್ಟ್ ಹೂಕ್ 1665ರಲ್ಲೇ ಈ ವಾದವನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದ.

(ಆಧಾರ: *Science Digest,* ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ನ್ಯೂಕ್ಯಾಸಲ್ ವ್ಯಾಧಿಯಿಂದ ಕೋಳಿಗಳ ರಕ್ಷಣೆ

ನ್ಯೂಕ್ಯಾಸಲ್ ವ್ಯಾಧಿ ಎಂಬುದು ಕೋಳಿಗಳಿಗೆ ತಗಲುವ ಒಂದು ವೈರಸ್ ರೋಗ. ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳನ್ನೂ ನರವ್ಯೂಹವನ್ನೂ ನಾಶಪಡಿಸುವ ಈ ವ್ಯಾಧಿಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ ನೂರಾರು ಮಿಲಿಯನ್ ಡಾಲರುಗಳಷ್ಟು ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತಿದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಯಾಸಲ್ ವೈರಸಿನಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಪ್ರಭೇದಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಉಗ್ರವಾದ ಒಂದು ಪ್ರಭೇದವಿದೆ. ಅದು ತಗಲಿತೆಂದರೆ ಸೇಕಡ ನೂರರಷ್ಟು ಕೋಳಿಗಳು ನಾಶವಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಈ ವ್ಯಾಧಿಗೆ ವಿರೋಧೀ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಅದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಷ್ಟು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲೂ ಮರಿಗಳ ರಕ್ಷಣೆ ಅದರಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಯಾಸಲ್ ವೈರಸನ್ನು ನೇರಳಾತೀತ ರಶ್ಮಿಗಳಿಗೆ ಗುರಿಪಡಿಸಿದರೆ ಕೇವಲ 30 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ವೈರಸ್ ನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇದೇ ವಿಧಾನವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಕೋಳಿಗಳಿಗೆ ರಕ್ಷಣೆ ಒದಗಿಸಬಹುದೇ ಎಂದು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಜೆರೂಸೆಲಮ್ಮಿನ ಹೀಬ್ರೂ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಲೆವಿ-ಎಷ್ಕೋಲ್ ಕೃಷಿ ಶಾಲೆಯ

ಕುಕ್ಕುಟಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿ ಕೃಷಿ ಇಲಾಖೆಯ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರಾದ ಎಂ. ಪೆರೆಕ್ ಮತ್ತು ಅದೇ ಇಲಾಖೆಯ ಅಧ್ಯಾಪಕ ಡಾ. ಹೆಲೆರ್‌ರವರು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು.

ಒಂದು ದಿನದಿಂದ ಹಿಡಿದು 60 ದಿನ ವಯಸ್ಸಿನ ಕೋಳಿಮರಿಗಳನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡು ಅವನ್ನು ಎರಡು ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದ ಕೋಣೆಗಳಿಗೆ ಸಮನಾಗಿ ಹಂಚಿದರು. ಒಂದರೊಳಕ್ಕೆ ನೇರಳಾತೀತ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರು, ಇನ್ನೊಂದರೊಳಕ್ಕೆ ಬಿಡಲಿಲ್ಲ. ಎರಡು ಕೋಣೆಗಳಲ್ಲೂ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ತೂಗುಬಿಟ್ಟ ಪಂಜರಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಯಾಸಲ್ ವ್ಯಾಧಿಯಿಂದ ನರಳುವ ಕೋಳಿಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟರು. ಅವು ಸೀನುವುದರಿಂದ ಮತ್ತು ಹಿಕ್ಕೆ ಹಾಕುವುದರಿಂದ ಸೋಂಕು ಕೋಣೆಯಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವುದೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲಾಯಿತು. ಪಂಜರದಲ್ಲಿನ ಕೋಳಿ ಸತ್ತರೆ, ಅದನ್ನು ತೆಗೆದು ಇನ್ನೊಂದು ರೋಗಪೀಡಿತ ಕೋಳಿಯನ್ನಿಡುತ್ತಾ ಬಂದರು. ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ದಿನಗಳ ವೇಳೆಗೆ ಎರಡನೆಯ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿನ ಕೋಳಿಗಳೆಲ್ಲಾ ಸತ್ತುಹೋದುವು. ಮೊದಲನೆಯ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೂ ಸಾಯಲಿಲ್ಲ.

ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಒದಗಿಸುವುದು ಚುಚ್ಚುಮದ್ದಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯೊಂದೇ ಅಲ್ಲ; ಹೆಚ್ಚು ಅಗ್ಗವೂ ಹೌದು. ಹತ್ತು ವಾರ ನೇರಳಾತೀತ ರಶ್ಮಿಗೆ ಗುರಿಪಡಿಸಲು ಸರಾಸರಿ ಒಂದು ಕೋಳಿಗೆ ಒಂದು ಅಮೆರಿಕನ್ ಸೆಂಟ್ (ಏಳೆಂಟು ಪೈಸೆ) ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆಯಂತೆ. ಅದೇ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದಿಗೆ ಕೋಳಿಯೊಂದಕ್ಕೆ ಒಂಬತ್ತು ಸೆಂಟ್ (68 ಪೈಸೆ) ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆಯಂತೆ.

(*Science Journal*, ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಕಾರ್ಬನ್-14 ವಿಧಾನದಿಂದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಾಲನಿರ್ಣಯ

ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷಗಳ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬನ್–14 ವಿಧಾನ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. 1955ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿಲ್ಲಾರ್ಡ್ ಲಿಬ್ಬಿಯವರು ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತಂದಲಾಗಾಯಿತು ಅದನ್ನು ಬಹಳ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಮರದ ಸಾಮಾನು, ಇದ್ದಿಲು, ಮೂಳೆಗಳು ಮುಂತಾದ ಜೀವಿಮೂಲ ಪದಾರ್ಥಗಳು ದೊರೆತರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ವಿಕಿರಣತೆಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆದು ಆ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಸಜೀವಿಯ ದೇಹದಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟಿದು ಯಾವಾಗ ಎಂಬುದನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಆ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದ ಜೀವಿಯು ಜೀವಂತವಾಗಿದ್ದಾಗ ವಾತಾವರಣದ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನೊಂದಿಗೆ ಅದು ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿಯಲ್ಲಿದ್ದುದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿನ ಕಾರ್ಬನ್–14 ಪ್ರಮಾಣ ವಾತಾವರಣದ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನಲ್ಲಿದ್ದಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಜೀವಿಯು

ಗತಿಸಿದ ತರುವಾಯ ಆ ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಭಂಗವಾಗುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ ವಿಕಿರಣತೆಯ ಕಾರಣ ಕಾರ್ಬನ್–14 ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು. ಅವಶೇಷದಲ್ಲಿ ಈಗ ವಿಕಿರಣತೆಯ ಪ್ರಮಾಣ ಎಷ್ಟು ಎಂಬುದನ್ನು ಅಳೆದರೆ ಅದರ ಕಾಲವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು.

ಹಾಗಾದರೆ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷ ಕಬ್ಬಿಣದ್ದಾದರೆ ಅದರ ಕಾಲ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವುದು ಸಹಜ. ಚಿಕಾಗೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ನಿಕೊಲಾಸ್ ಜೆ. ವ್ಯಾನ್ ಡೆರ್ ಮೆರ್ವೆ ಅವರು ಅದಕ್ಕೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಕಬ್ಬಿಣದ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಅದುರಿನಿಂದ ಕಬ್ಬಿಣ ತೆಗೆಯಲು ಈಗಿನಂತೆ ಕೋಕ್ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ; ಮರ ಅಥವಾ ಇದ್ದಿಲನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಮರ ಅಥವಾ ಇದ್ದಿಲನ್ನು ಅದೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಂತವಾಗಿದ್ದ ವೃಕ್ಷಗಳಿಂದ ಪಡೆದಿರಬೇಕಷ್ಟೆ? ಆ ಇದ್ದಿಲು ಕಬ್ಬಿಣದಲ್ಲಿ ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಾಮಾನಿನಿಂದ ಇದ್ದಿಲನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಅದರ ವಿಕಿರಣತೆಯನ್ನು ಅಳೆದು, ಅದರ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ವ್ಯಾನ್ ಡೆರ್ ಮೆರ್ವೆಯವರು ಒಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಐತಿಹಾಸಿಕ ಕಾಲ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಳಸಬಹುದಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಗಳ ಪಟ್ಟಿಗೆ ಹೊಸದೊಂದು ವಿಧಾನ ಸೇರಿದಂತಾಯಿತು.

(ಆಧಾರ: *Chemistry*, ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಸಾಗರ ತಳದ ಖನಿಜಗಳ ಪತ್ತೆಗೆ ಬೈಜಿಕ ಶೋಧಕ

ಅಮೆರಿಕದ ಅಟಾಮಿಕ್ ಎನರ್ಜಿ ಕಮೀಷನ್ನಿನ ಐಸೋಟೋಪ್ ವಿಭಾಗದವರ ನೆರವಿನಿಂದ ಬ್ಯಾಟಿಲ್–ನಾರ್ತ್‌ವೆಸ್ಟ್ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದವರು ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾದ ಒಂದು ಬೈಜಿಕ ಶೋಧಕವನ್ನು (nuclear probe) ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಾಗರದ ತಳದಲ್ಲಿನ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ತರದೆಯೇ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್, ಬೆಳ್ಳಿ, ಚಿನ್ನ, ತಾಮ್ರ ಮುಂತಾದ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಮೇಲ್ಮೈ ಹಡಗಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿ ನೌಕೆಯಲ್ಲೇ ಕುಳಿತು ಗುರುತಿಸಬಹುದು, ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು. ಒಂದೂವರೆ ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ಈ ಉಪಕರಣದ ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿರುವ 7 ಸೆಮೀ. ಉದ್ದ, 1.25 ಸೆಮೀ. ವ್ಯಾಸದ ಉಕ್ಕಿನ ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿ 0.2 ಮಿಗ್ರಾಂ ತೂಕ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಂ–252 ಐಸೋಟೋಪು ಇರುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ 5 ಸೆಮೀ. ಚದರವಿರುವ ಒಂದು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣ ಗ್ರಾಹಕವಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಂ–252 ಎಂಬುದು 2·65 ವರ್ಷ ಅರ್ಧಾಯುಷ್ಯ ಉಳ್ಳ ಒಂದು ಕೃತಕ ಧಾತು. ಅದು ಅಪ್ರೇರಿತ ವಿದಳನ (spontaneous fission) ಹೊಂದಬಲ್ಲ ಐಸೋಟೋಪು.

ಅದರಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಬೈಜಿಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಕ (nuclear reacter)ದಿಂದ ಬರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಷ್ಟೇ ಶಕ್ತಿ ಉಳ್ಳವು. ಸಮುದ್ರ ತಳದಲ್ಲಿನ ಕೇವಲ ಕೆಲವು ಮಿಮೀ. ವ್ಯಾಸದ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಒಡ್ಡಿದರೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್, ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿ ಮೊದಲಾದ ಧಾತುಗಳು ಆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ವಿಕಿರಣಶೀಲವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕೇವಲ ಒಂದೆರಡು ನಿಮಿಷ ಸಾಕು. ಅದರಿಂದ ಬರುವ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ ಗುರುತಿಸಲು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗ್ರಾಹಕಕ್ಕೆ ಇನ್ನೆರಡು ನಿಮಿಷ ಬೇಕು. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಧಾತುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಯ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದರಿಂದ ಯಾವ ಯಾವ ಧಾತುಗಳು ಅಲ್ಲಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಗ್ರಾಹಕೋಪಕರಣವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಯ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಗಳನ್ನೂ ಅಳೆಯುವುದರಿಂದ ಯಾವಯಾವ ಧಾತು ಎಷ್ಟೆಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣ ಇದೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು.

ವಾಷಿಂಗ್ಟನ್ ಬಳಿಯ ಸೆಕ್ವಿಮ್ ಕೊಲ್ಲಿಯಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಲಾಯಿತು. ತಾಮ್ರ, ಸತು, ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್, ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿ ಮೊದಲಾದವುಗಳಿರುವ 90 ಕಿಗ್ರಾಂ. ಖನಿಜದ ತುಂಡನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿ ಅದರ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಈ ಬೈಜಿಕ ಶೋಧಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಮಾಡಿ ತೋರಿಸಲಾಯಿತು. ಐದೇ ಐದು ನಿಮಿಷದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ವಿವಿಧ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲಾಯಿತು.

ಈ ಸಂಶೋಧನ ತಂಡದ ನಾಯಕರಾದ ಆರ್. ಡಬ್ಳು. ಪರ್ಕಿನ್ಸ್‌ರವರ ಪ್ರಕಾರ ಸಮುದ್ರ ತಳದ ಖನಿಜವನ್ನು ಅದು ಇರುವಲ್ಲಿಯೇ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದ್ದು ಇದೇ ಮೊದಲು. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಖನಿಜ ಶೋಧನೆ ಮಾಡಬಹುದು; ಯಾವುದೇ ಪ್ರದೇಶದ ಭೂಭೌತ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದ ತರುವಾಯ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುವ ವಿಕಿರಣತೆ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಸಮಸ್ಯೆಯಲ್ಲ ಎಂದು ಅವರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಒಂದೆರಡು ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ಪ್ರಮಾಣ ಬಿದ್ದುಹೋಗಿ 1/100ರಷ್ಟಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆಯಂತೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal*, ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಜೇನುನೊಣದ ನರ್ತನ ಭಾಷೆ

ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಆಸ್ಟ್ರಿಯದ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿ ಕಾರ್ಲ್ ಫಾನ್ ಫ್ರಿಷ್‌ರವರು ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ, ಜೇನುನೊಣಗಳು ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ನರ್ತನಗಳ ಮೂಲಕ ತಮ್ಮ ಇಂಗಿತವನ್ನು ಇತರ ಜೇನುನೊಣಗಳಿಗೆ ತಿಳಿಯಪಡಿಸುವುವೆಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು. "ಆಹಾರಾನ್ವೇಷಕ" ಜೇನು

ನೊಣಗಳೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದಾದ ಒಂದು ವರ್ಗದ ಜೇನುನೊಣಗಳು ಜೇನು ಗೂಡಿನ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿ ಆಹಾರ ದೊರೆಯುವ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿ, ಪುನಃ ಗೂಡಿನ ಬಳಿ ಬಂದು ಒಂದು ಬಗೆಯ ಓಲಾಡುವ ನರ್ತನ ಮಾಡುವುವೆಂದೂ ಅದರ ಮೂಲಕ ಆಹಾರದಾಣದ ದಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ದೂರಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ವಿವರಗಳನ್ನು ಗೂಡಿನಲ್ಲಿರುವ ನೊಣಗಳಿಗೆ ತಿಳಿಯಪಡಿಸುವುವೆಂದೂ ಅವರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು. ಅಂದಿನಿಂದ ಇದುವರೆಗೆ ಈ ಭಾವನೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಲಿತವಾಗಿದೆ.

ಈಗ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸ್ಯಾಂಟ ಬರ್ಬರ ಕೇಂದ್ರದ ಏಡ್ರಿಯನ್ ಎಂ. ವೆನ್ನರ್ ಮತ್ತು ಡಿ. ಎಲ್. ಜಾನ್ಸನ್ ಎಂಬುವರು ಫ್ರಿಷ್‌ರವರ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿ ನೋಡಿ, ವಿರುದ್ಧ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ಗೂಡಿನಲ್ಲಿನ ಜೇನುನೊಣಗಳಿಗೆ ಆಹಾರವಿರುವ ಸ್ಥಳ ಪತ್ತೆಯಾಗುವುದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ವಾಸನೆಯಿಂದ ಎಂದು ಅವರು ಘೋಷಿಸಿದರು. ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಫಲಿತಾಂಶ ಅವರ ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿತ್ತು. ಆಹಾರಾನ್ವೇಷಕ ಜೇನುನೊಣಗಳಿಗೆ ಎರಡು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಹಾರದಾಣಗಳನ್ನು ಅವರೇ ತೋರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಕೈಬಿಟ್ಟರು. ಅವೆರಡಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ಇದ್ದ ಇನ್ನೊಂದು ಆಹಾರದಾಣದ ಬಳಿ ಯಾವ ಜೇನುನೊಣವೂ ಒಂದು ಬಾರಿಯೂ ಬಂದಿರಲಿಲ್ಲವಾದರೂ ಕೆಲಕಾಲಾನಂತರ ಗೂಡಿನ ನೊಣಗಳು ಮೂರು ಆಹಾರದಾಣಗಳನ್ನೂ ಸಮಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಮುತ್ತಿಕೊಂಡಿದ್ದುವು.

ಫ್ರಿಷ್‌ರವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಯಾಗಿದ್ದ ಡಾ. ಲಿಂಡೌರ್‌ರವರೂ ಕೂಡಲೇ ಇದಕ್ಕೊಂದು ಸಮಾಧಾನ ನೀಡಿದರು. ಎರಡು ಆಹಾರದಾಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆದ ಜೇನುನೊಣಗಳು ಎರಡರ ಮಧ್ಯೆ ಇರಬಹುದಾದ ಮೂರನೆಯದರ ಬಗ್ಗೆ ಊಹೆಮಾಡಬಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳಿದರು. ಜೇನುನೊಣಗಳಿಗೆ ಅಂತಹ ತರ್ಕಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿದೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಅವರು ಫ್ರಿಷ್‌ರವರ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಉದಹರಿಸಿದರು. ಜೇನುಗೂಡಿಗೂ ಆಹಾರ ದಾಣಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ಭಾರೀ ಕಲ್ಲುಗುಡ್ಡವಿದ್ದು, ಆಹಾರಾನ್ವೇಷಕ ಜೇನುನೊಣಗಳಿಗೆ ಗುಡ್ಡದ ಆ ಕಡೆಯ ಮತ್ತು ಈ ಕಡೆಯ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿ ಕೈಬಿಟ್ಟಾಗ, ಅವುಗಳ ನರ್ತನವನ್ನು ನೋಡಿದ ಜೇನುನೊಣಗಳು ಎರಡು ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನೂ ಅನುಸರಿಸದೆ ಗುಡ್ಡದ ಮೇಲೆ ಹಾರಿ ಆಕಡೆ ಹೋದುವಂತೆ.

ಜೇನುನೊಣಗಳ ಈ ವರ್ತನೆಗೂ ಆಹಾರದ ವಾಸನೆಯೇ ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹುದು ಎಂಬ ಸಂದೇಹ ಉಂಟಾಗುವುದು ಸಹಜ. ಈ ಸಂದೇಹವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಕಳೆದ ವರ್ಷ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನ ಜೇಮ್ಸ್ ಎಲ್. ಗೌಲ್ಡ್

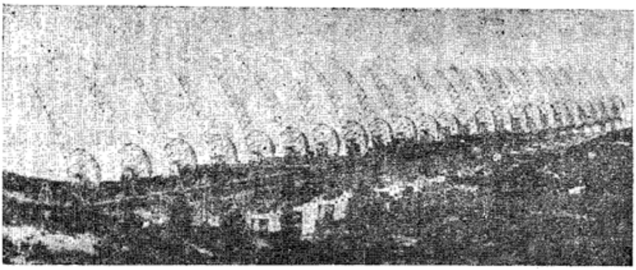
ಮತ್ತು ಮೈಕೇಲ್ ಹೆನ್ರಿ ಅವರೂ ಓರಿಗಾನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಮೈಕೇಲ್ ಸಿ. ಮ್ಯಾಕ್‌ಲಿಯಾಡ್ ಅವರೂ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ಫ್ರಿಷ್‌ರವರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತವಾದ ಮಾರ್ಪಾಟುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಅವರ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ಈಚೆಗೆ *Science* ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಅವರ ದೀರ್ಘ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗದ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನೂ ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ಚರ್ಚಿಸಿ ಫ್ರಿಷ್‌ರವರ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನೇ ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಿದ್ಧಾರೆ.

(ಆಧಾರ : *Scientific American*, ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970
ಮತ್ತು *Science Digest*, ನವೆಂಬರ್ 1970)

ಉದಕಮಂಡಲದ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕ

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಸಿದ್ಧವಾದ ಉದಕಮಂಡಲದ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಭಾರತೀಯರಿಂದಲೇ ರೂಪಿತವಾದದ್ದು, ಭಾರತೀಯರಿಂದಲೇ ರಚಿತವಾದದ್ದು. ದೂರದೂರದ ರೇಡಿಯೊ ಗೆಲ್ಯಾಕ್ಸಿಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಾಗಿ ಅದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವುದು.

ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟದಿಂದ 2200 ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ದಕ್ಷಿಣ-ಉತ್ತರ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ 11° 24′ ಓರೆಯಿರುವ ಒಂದು ಗುಡ್ಡದ ಇಳಿಜಾರಿನ ಮೇಲೆ ಅದನ್ನು ರಚಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದರಿಂದ ಒಂದಕ್ಕೆ ಸಮದೂರ ಇರುವಂತೆ 24 ಉಕ್ಕಿನ ಗೋಪುರಗಳನ್ನು ಆ ಇಳಿಜಾರಿನ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಅವುಗಳೊಂದೊಂದರ ಮೇಲೂ ಒಂದೊಂದು ಪೆರಾಬೊಲ ಆಕೃತಿಯ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಕೂರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚೌಕಟ್ಟಿನ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಗೆ 30 ಮೀಟರು ದೂರವಿದೆ. 24 ಚೌಕಟ್ಟುಗಳನ್ನೂ ಒಂದರಿಂದ ಒಂದನ್ನು ಬಂಧಿಸಲು 1100 ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಉಕ್ಕಿನ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದು ಗೋಪುರದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ



ಸುಮಾರು 23 ಮೀಟರು ದೂವಿರುವುದರಿಂದ ಒಟ್ಟು 530 ಮೀಟರು ಉದ್ದ, 30 ಮೀಟರ್ ಅಗಲಕ್ಕೆ ತಂತಿಗಳ ಬಲೆ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವಂತಾಗಿದೆ. ಆ ಸಮ ತಲದ ಮೇಲೆ ಬಂದು ಬೀಳುವ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳು ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗಿ ಪೆರಾಬೊಲದ ನಾಭಿರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಅಳವಡಿಸಿರುವ 968 ರೇಡಿಯೊ ಧ್ರುವಯುಗ್ಮಗಳ (radio dipoles) ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ.

ಉದಕಮಂಡಲವು ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದಿಂದ ಉತ್ತರಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು 11° ಯಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದಲೂ ಈ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿರುವ ಗುಡ್ಡದ ಮೇಲ್ಮೈ ದಕ್ಷಿಣದಿಂದ ಉತ್ತರಕ್ಕೆ 11°ಯಷ್ಟು ಏರುವೋರೆ ಇರುವುದರಿಂದಲೂ ಪೆರಾಬೊಲ ಸಮತಲದ ಅಕ್ಷವು ಭೂಮಿಯ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿದೆ. ಇಡೀ ಪೆರಾಬೊಲ ಸಮತಲವನ್ನು ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಪೂರ್ವ–ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ ದೂರದರ್ಶಕದ ಸಮತಲವು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ವ–ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಯಾವುದೇ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರವನ್ನು ದಿನದಲ್ಲಿ 9½ ಗಂಟೆ ಕಾಲ ಸತತವಾಗಿ ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು.

(ಆಧಾರ: *Science Journal*, ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ಡೆಕ್ಸಾನ್-ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಲಿಗೆಗೆ ಬಳಸುವ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್

ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ಸಯನಮೈಡ್ ಕಂಪನಿಯವರು ಡೆಕ್ಸಾನ್ ಎಂಬ ಒಂದು ಹೊಸ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ತರುವಾಯ ಹಾಕುವ ಹೊಲಿಗೆಗೆ ಡೆಕ್ಸಾನ್ ದಾರ ಅತ್ಯಂತ ಶ್ರೇಷ್ಠವೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ.

ಹತ್ತಿ, ರೇಷ್ಮೆ, ನೈಲಾನ್ ಮುಂತಾದವುಗಳ ದಾರವನ್ನು ಈಗ ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇವೆಲ್ಲ ಮಾನವ ದೇಹಕ್ಕೆ ಅನ್ಯಪದಾರ್ಥಗಳಾದುದರಿಂದ ದೇಹವು ತನಗೆ ಸಹಜವಾದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೊಲಿಗೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಉರಿಯೂತ, ನೋವು, ಅನಂತರ ಗಾಯವು ಬಿಟ್ಟುಹೋಗುವ ಕಲೆ–ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ದೇಹದ ಈ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯೇ ಕಾರಣ.

ಡೆಕ್ಸಾನ್‌ನಿಂದ ಈ ಯಾವ ತೊಂದರೆಯೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಆದ ಗಾಯ ಮಾಯ್ದ ಮೇಲೆ ಹೊಲಿಗೆ ತೆಗೆಯಬೇಕಾದ ಅಗತ್ಯವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ, ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಡೆಕ್ಸಾನ್ ಎಂಬುದು ಪಾಲಿಗ್ಲೈಕಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ; ಅಂದರೆ, ಗ್ಲೈಕಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಅಣುಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಆದ ದೈತ್ಯಾಣು. ದೇಹದಲ್ಲಿ ಗ್ಲೈಕಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಇರುವುದರಿಂದ ದೇಹವು ಇದಕ್ಕೆ ಯಾವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೂ ತೋರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಗಾಯ ಮಾಯುವುದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಎರಡು ವಾರಕಾಲ ಡೆಕ್ಸಾನ್ ದಾರ ತನ್ನ ಬಿಗಿಯನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ರಮೇಣ ಅದು

ವಿಭಜನೆಗೊಂಡು ಗ್ಲೈಕಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ದೇಹವು ಅದನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal*, ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1970)

ರಚನೆ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿದ ಮದ್ದುಗಳು

ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಮಣ್ಣಿನ ಆಸರೆ ಇಲ್ಲದೆಯೇ ಬೆಳೆಸುವ ವಿಧಾನವೊಂದು ಈಗ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಹೈಡ್ರೋಪೋನಿಕ್ಸ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸೂಕ್ತ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ, ಆ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಬೇರುಗಳು ನೇತಾಡುವಂತೆ ಆ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಒಂದು ತಂತಿ ಬಲೆಯ ಆಸರೆಯ ಮೇಲೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಅವನ್ನು ಬೆಳೆಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ನಾವು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿದ್ದೇ ಆದರೆ ಸಸ್ಯವು ಆ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ತಾನು ಸಹಜವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳಿಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಿನ್ನವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಬಲ್ಲುದೆಂಬುದು ಈಗ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ತಂಬಾಕಿನಲ್ಲಿ ಸಹಜವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು ನಿಕೊಟಿನ್. ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಹೆನ್ರಿ ರೊಪೊಪೋರ್ಟ್ ಮತ್ತು ಮೆಲ್ವಿಲ್ ಎಲ್ ರ್‍ಯಪೆಲ್‌ರವರು ಹೈಡ್ರೋಪೋನಿಕ್ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ತಂಬಾಕು ಎಲೆಯಲ್ಲಿ ಮೀಥೈಲ್ ನಿಕೊಟಿನ್ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಹತ್ತು ದೊಡ್ಡ ಎಲೆಗಳಿಂದ ಒಂದು ಗ್ರಾಂನಷ್ಟು ಮೀಥೈಲ್ ನಿಕೊಟಿನ್ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಈ ಸಾಧನೆ ಒಂದು ಆಸೆಗೆ ಎಡೆಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿದೆ. ನಾವು ಮದ್ದುಗಳಾಗಿ ಬಳಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ, ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಭಿನ್ನರಚನೆ ಇರುವ ಕೃತಕ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರೆ, ಅವುಗಳು ಅನೇಕವೇಳೆ ರೋಗನಿವಾರಣೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮದ್ದುಗಳ ಕೆಲವು ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳು ಭಿನ್ನರಚನೆಯ ಕೃತಕ ರಾಸಾಯನಿಕದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲದಿರಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅಫೀಮಿನಿಂದ ತೆಗೆದ ಮಾರ್ಫೀನನ್ನು ನೋವು ನೀವಾರಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವಷ್ಟೆ ಅದರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಾರ್ಪಾಟು ಮಾಡಿದರೆ ಅದು ಅಷ್ಟೇ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನೋವು ಕಳೆಯಬಹುದು ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿರಬಹುದು; ಜೊತೆಗೆ ಮಾರ್ಫೀನ್‌ಗಿರುವ ಚಟ ಹುಟ್ಟಿಸುವ ಗುಣ ಅದರಲ್ಲಿಲ್ಲದೆ ಹೋಗಬಹುದು. ಅನೇಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಿತ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮದ್ದುಗಳು ನಮಗೆ ದೊರೆತಿರುವುದೇ ಹೀಗೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಸಸ್ಯಮೂಲ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮದ್ದುಗಳ ರಚನೆ ಅತ್ಯಂತ ಜಟಿಲವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ

ಬಳಗದ, ಮಾರ್ಪಡಿಸಿದ ರಚನೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವುದು ಬಹು ಕಷ್ಟ. ಕ್ವಿನೀನ್, ಕೊಕೇನ್, ಕ್ಯುರೇರ್, ರೆಸರ್ಪೀನ್ ಮುಂತಾದವು ಅಂತಹ ಜಟಿಲರಚನೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು. ಇವುಗಳ ಬಳಗದ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಹೈಡ್ರೋಪೋನಿಕ್ಸ್ ವಿಧಾನದಿಂದ ತಯಾರಿಸುವುದು ಇನ್ನು ಮೇಲೆ ಸಾಧ್ಯವಾದೀತೆಂಬ ಆಸೆ ಈಗ ಅಂಕುರಿಸಿದೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal*, ನವೆಂಬರ್ 1970)

ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹ

ರೇಡಿಯೊ ಮತ್ತು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಪ್ರಸಾರ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ನಡೆಸುವುದರಲ್ಲಿ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುವ ತೊಂದರೆಗಳನ್ನು ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹದ (**communication satellite**) ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿವಾರಿಸಬಹುದು. ಪ್ರಸಾರ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಸಾರವನ್ನು ಉಪಗ್ರಹವು ಮರುಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅದು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಸುಗಮವಾಗಿ ಹೋಗಿ ತಲಪುತ್ತದೆ. ಈ ಉದ್ದೇಶಕ್ಕೆ ಬಳಸುವ ಉಪಗ್ರಹವು ಏಕಕಾಲಿಕ (**synchronous**) ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿರಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವುದೂ ಉಪಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವುದೂ ಏಕಕಾಲಿಕವಾಗಿರಬೇಕು. ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಇಪ್ಪತ್ತನಾಲ್ಕು ಗಂಟೆಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಸುತ್ತುವುದಷ್ಟೆ? ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಬಳಿ ಒಂದು ಉಪಗ್ರಹವು ಸೂಕ್ತ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದುಕೊಂಡು ಭೂಮಿಯು ತಿರುಗುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಇಪ್ಪತ್ತನಾಲ್ಕು ಗಂಟೆಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುಹಾಕತೊಡಗಿದರೆ ಅಂತಹ ಉಪಗ್ರಹ ಸದಾ ಒಂದೇ ಭೂಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆಯಲ್ಲವೆ? ಅದು ಚಲಿಸದೆ ಒಂದುಕಡೆ ನಿಂತುಬಿಟ್ಟಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದನ್ನು ರೇಡಿಯೊ ಮತ್ತು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಮರುಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹವು ಪ್ರಸಾರಮಾಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಗಳ ಗುಚ್ಛದ ಛೇದಮುಖವು (**cross section**) ವರ್ತುಲಾಕಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅದು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ಒಂದು ವಿಶಾಲ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ತಲಪುವುದು. ಅಂತಹ ವಿಶಾಲವರ್ತುಲವು ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಗಡಿಗಳನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳದೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳಬಹುದು. ಅಮೆರಿಕದ ನ್ಯಾಸಾ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಸ್ಯಾಮುಯಲ್ ಗುಬಿನ್ ಎಂಬ ಒಬ್ಬ ಎಂಜಿನಿಯರು ಒಂದು ಹೊಸ ಪ್ರಸಾರ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನದ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ತೆಳುವಾದ ಅನೇಕ ತರಂಗಗುಚ್ಛಗಳಿದ್ದು, ಅವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲಪಿದಾಗ ಯಾವುದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರಾಷ್ಟ್ರದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳೆಲ್ಲದರ ಮೇಲೆಯೂ ಬೀಳುತ್ತದೆ; ರಾಷ್ಟ್ರದ ಗಡಿಯನ್ನು ಮೀರಿ ಬೇರೊಂದು ರಾಷ್ಟ್ರದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ.

ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡದ್ದೇ ಆದರೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರಾಷ್ಟ್ರವೂ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳೊಡನೆ ಸಂಧಾನ ನಡೆಸದೆ, ತನಗೆ ಬೇಕಾದ ತರಂಗದೂರವನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡು ಪ್ರಸಾರಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಬಹುದು. ಪಕ್ಕದ ರಾಷ್ಟ್ರವು ತನ್ನದೇ ಆದ ಪ್ರಸಾರವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

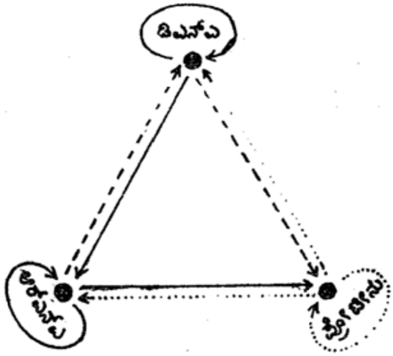
(ಆಧಾರ: *Chemistry*, ನವೆಂಬರ್ 1970)

'ಅಂಧ ಸಿದ್ಧಾಂತ' ಅಂಧವಲ್ಲ

ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಆನುವಂಶಿಕ ಮಾಹಿತಿಯು ಡಿಎನ್ಎ → ಆರ್ಎನ್ಎ → ಪ್ರೋಟೀನು; ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ವರ್ಗಾವಣೆಯಾಗುವುದೆಂಬ ಅಣುಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲತತ್ವಕ್ಕೆ ಟೆಮಿನ್, ಬಾಲ್ಟಿಮೋರ್ ಮುಂತಾದವರ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಧಕ್ಕೆಯುಂಟಾಯಿತೆಂಬ ಸುದ್ದಿ ಕೆಲವು ತಿಂಗಳುಗಳ ಕೆಳಗೆ ವರ್ತಮಾನ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಹ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯ ಪಡೆಯಿತು (**ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ,** ಸಂಪುಟ 3 ಸಂಚಿಕೆ 1, ಪುಟ 153). ಆಗ ಅನೇಕರು ಆ ಮೂಲತತ್ವವನ್ನು "ಅಂಧ ಸಿದ್ಧಾಂತ" (dogma) ಎಂದು ಕರೆದರು. ಈ ಮೂಲ ತತ್ವದ ಪ್ರತಿಪಾದಕರಲ್ಲೊಬ್ಬರಾದ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಕ್ರಿಕ್‌ರವರು *Nature* ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬರೆದಿರುವ ಒಂದು ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಆ ಮೂಲತತ್ವವು ಎಂದೂ 'ಅಂಧ ಸಿದ್ಧಾಂತ'ವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ; ಆದರೆ ಅದು ಅಣುಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು 'ಮೂಲ' ತತ್ವ (fundamental) ಎಂಬುದು ನಿಜ, ಈಗಲೂ ಅದು 'ಮೂಲ'ವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ ಎಂದು ವಿವರಣೆ ನೀಡಿದ್ದಾರೆ.

ಅವರ ಪ್ರಕಾರ 'ಮಾಹಿತಿ' (information) ಎಂಬ ಪದವನ್ನು ನಾವು ಮೂರು ಬಗೆಯ ಅಣುಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಬಳಸಬಹುದು: ಡಿಎನ್ಎ, ಆರ್ಎನ್ಎ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೀನು. ಡಿಎನ್ಎ ಮತ್ತು ಆರ್ಎನ್ಎಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ನಮೂದಿಸಲು ನಾಲ್ಕು ಅಕ್ಷರಗಳ ವರ್ಣಮಾಲೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿ ಇಪ್ಪತ್ತು ಅಕ್ಷರದ ವರ್ಣಮಾಲೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಮಾಹಿತಿಯು ಒಂದು ಬಗೆಯ ಅಣುಗಳಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಬಗೆಯ ಅಣುಗಳಿಗೆ ವರ್ಗಾವಣೆಯಾಗುವುದನ್ನು ಅವರು ಒಂದು ತ್ರಿಕೋನದ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿರೂಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ತ್ರಿಕೋನದಲ್ಲಿರುವ ಶರಚಿಹ್ನೆಗಳು ಮಾಹಿತಿಯ ವರ್ಗಾವಣೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಯಾವುದೇ ಅಣುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಶರಚಿಹ್ನೆ ಅದೇ ಅಣುವಿನ ಕಡೆ ತಿರುಗಿಕೊಂಡಿದ್ದರೆ ಅದು ಅಣುವಿನ ದ್ವಿಗುಣಿತವನ್ನು (duplication) ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಕ್ರಿಕ್‌ರವರು ಈ ತ್ರಿಕೋನವನ್ನು 1958ರಲ್ಲಿಯೇ ರಚಿಸಿದುದಾಗಿ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. ವರ್ಗಾವಣೆ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಅವರು ಮೂರು ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಪೂರ್ಣರೇಖೆಯ ಶರಚಿಹ್ನೆಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸಂಭವ



ನೀಯ ಮಾರ್ಗಗಳು. ಭಗ್ನ ರೇಖೆಯ ಶರಚಿಹ್ನೆಗಳಿಂದ ಸೂಚಿತವಾದ ಮಾರ್ಗಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಆಧಾರವೂ ಇಲ್ಲ, ತಾತ್ವಿಕ ಆಕ್ಷೇಪಣೆಯೂ ಇಲ್ಲ. ಚುಕ್ಕೆಗಳುಳ್ಳ ಶರಚಿಹ್ನೆಗಳಿಂದ ಸೂಚಿತವಾದ ಮಾರ್ಗಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಅಸಂಭವನೀಯ. ಅಂದಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಕ್‌ರವರು ಬಹಳ ಜಾಗರೂಕರಾಗಿದ್ದು, ಮೂರನೆಯ ಬಗೆಯ ವರ್ಗಾವಣೆಗಳು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅಣುಜೀವವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲತತ್ವವೆಂದು ಅಂಗೀಕರಿಸಿದುದಾಗಿ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. ಅದನ್ನೇ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಮಾಹಿತಿಯು ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ತಲಪಿದರೆ ಅಲ್ಲಿಂದ ಹಿಂದಿರುಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ತಾವು ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದಾಗ ತೋರಿದ ಸಂಯಮವನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ಗ್ರಹಿಸಿಲ್ಲದಿರುವುದು ದುರದೃಷ್ಟಕರ ಎಂದೂ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

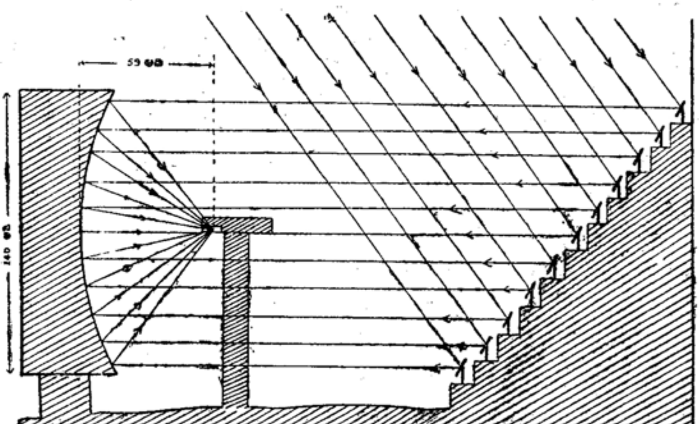
(ಆಧಾರ: *Scientific American*, ನವೆಂಬರ್ 1970)

ಸೌರಶಕ್ತಿ ಕುಲುಮೆ

ಉಬ್ಬುಮಸೂರದ (convex lens) ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯನ್ನು ಒಂದು ಕಾಗದದ ಚೂರಿನ ಮೇಲೆ ನಾಭೀಕರಿಸಿದರೆ, ಅಲ್ಲಿ ರಶ್ಮಿಯ ಶಾಖ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುವುದರಿಂದ ತಾಪ ಏರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಕಾಗದದ ಚೂರು ಹೊತ್ತಿಕೊಂಡು ಉರಿಯುತ್ತದೆ. ಮಕ್ಕಳ ಮನೋರಂಜನೆಗಾಗಿ ಇದನ್ನು ಮಾಡಿ ತೋರಿಸುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ. ಅಂತಹ ಮಸೂರಗಳಿಗೆ ಭೂತಕನ್ನಡಿ ಎಂಬ ಹೆಸರು ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಅಧಿಕ ತಾಪದ ಕುಲುಮೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಪೈರಿನೀಸ್ ಪರ್ವತ

ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಒಡೀಲೊ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಫ್ರೆಂಚ್ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದವರು ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಅಂತಹ ಒಂದು ಸೌರಶಕ್ತಿ ಕುಲುಮೆಯಲ್ಲಿ 3000°C ತಾಪವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಬಹುಶಃ ಇದುವರೆಗೆ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಸೌರಶಕ್ತಿ ಕುಲುಮೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದೇ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡದು.

ಇದರಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವುದು ಮಸೂರವನ್ನಲ್ಲ, ತಗ್ಗು ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು (concave mirror). ಕತ್ತರಿಸಿದ ಗೋಳದ ತುಂಡಿನ ಆಕಾರದ ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲೆ ಗೋಳದ ಕೇಂದ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಸಮಾಂತರ ರಶ್ಮಿಗುಚ್ಛವನ್ನು ಬೀರಿದರೆ ರಶ್ಮಿಗಳು ನಾಭೀಕರಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕನ್ನಡಿಯು ಯಾವಾಗಲೂ ಸೂರ್ಯನ ಕಡೆ ತಿರುಗಿಕೊಂಡಿರಬೇಕು. ಅಂದರೆ, ಇಡೀ ಕನ್ನಡಿ ಚಲಿಸುವಂತಿದ್ದು ಸದಾ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವಂತೆ ತಿರುಗುತ್ತಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದರೂ ಕುಲುಮೆಯ ಸ್ಥಾನವೂ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಅಂತಹ ಕುಲುಮೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕಷ್ಟಗಳು ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ತೊಂದರೆಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ 140 ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ದೊಡ್ಡ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ವಿಮುಖವಾಗಿ ಒಂದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿ (ಚಿತ್ರ ನೋಡಿ), ಕನ್ನಡಿಯ ಎದುರಿಗೆ ಕಟ್ಟಿರುವ



ಗ್ಯಾಲರಿಯ ಮೆಟ್ಟಿಲುಗಳ ಮೇಲೆ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಸಮತಲ ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಕನ್ನಡಿಗಳು ಸ್ವಯಂ-ನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿ ಚಲಿಸುವಂತಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಗಳು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ತಗ್ಗು ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲೆ ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಕನ್ನಡಿಯ ಪಾಲಿಗೆ

ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿ ಸದಾ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬಂದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಕನ್ನಡಿಯ ಎದುರಿಗೆ 59 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ T ಆಕಾರದ ದೊಡ್ಡ ಪೀಠದ ಮೇಲೆ ಹತ್ತು, ಹನ್ನೆರಡು ಅಂಗುಲ ಅಗಲದ ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲೆ ರಶ್ಮಿಗಳು ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಅರ್ಧ ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪದ ಉಕ್ಕಿನ ಹಲಗೆಯನ್ನಿಟ್ಟರೆ ಒಂದೇ ಒಂದು ನಿಮಿಷದಲ್ಲಿ ಅದರಲ್ಲಿ ತೂತು ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ತಾಪ ಅಷ್ಟು ಅಧಿಕವಾದದ್ದು.

ಈ ಕುಲುಮೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಇಂಧನವನ್ನೂ ಬಳಸದಿರುವುದರಿಂದ, ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕುಲುಮೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗುವ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರಗಳನ್ನು (electrodes) ಸಹ ಬಳಸದಿರುವುದರಿಂದ, ಶುದ್ಧ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಶ್ರೇಷ್ಠವಾದ ಕುಲುಮೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಬಿಡಿ ಭಾಗ ಗಳನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಶುದ್ಧ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಮಾಡಬೇಕು. ಅಂತಹ ಪರಿಶುದ್ಧ ಪದಾರ್ಥಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಈ ಕುಲುಮೆ ಬಹಳ ಉಪಯುಕ್ತವಾದದ್ದು.

(ಆಧಾರ: *Chemistry*, ನವೆಂಬರ್ 1970)

ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಮದ ಉಪಯೋಗ

ಅತ್ಯಧಿಕ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಅನಿಲದ ಅಣುಗಳು ಒಡೆದು ಪರಮಾಣುಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಅನಂತರ ಅವೂ ತಮ್ಮ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಬಿಡಿ ಪರಮಾಣು ಬೀಜಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುಬೀಜ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಅಂತಹ ಮಿಶ್ರಣಕ್ಕೆ ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸುರಂಗ ಕೊರೆಯುವುದಕ್ಕೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಆಳವಾದ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ತೋಡಬೇಕಾಗಿ ಬಂದಾಗ ಬಂಡೆಗಳಿಗೆ ಬೈರಿಗೆ ಹಿಡಿಯು ವುದಕ್ಕೆ ಪ್ಲಾಸ್ಮವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬರುತ್ತಿದೆ.

ಸುರಂಗಗಳನ್ನು ಕೊರೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಸಾಧನ ವೊಂದನ್ನು ಯುಕ್ರೇನ್ ವಿಜ್ಞಾನ ಅಕಾಡೆಮಿಯ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಜಿಯೊಟೆಕ್ನಿಕಲ್ ಮೆಕ್ಯಾನಿಕ್ಸ್ ಸಂಸ್ಥೆಯವರು ರೂಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. "ಪ್ಲಾಸ್ಮಟ್ರಾನ್" ಎಂಬ ಉಪಕರಣವು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ 6000°C ತಾಪದ ಅನಿಲಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಬಂಡೆಯನ್ನು ಕೊರೆಯುವ ಈ ಸಾಧನ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಅದುರನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುವುದಂತೆ. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದ 10 ಚದರ ಮೀಟರ್ ವಿಸ್ತಾರದ ಬಂಡೆಯನ್ನು ಘಂಟೆಗೆ ಅರ್ಧ ಮೀಟರಿನಂತೆ ಕೊರೆದು ಕೊಂಡು ಹೋಗಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಜನರ ಅಗತ್ಯತೆ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಸಿಡಿಮದ್ದಿನ ಉಪಯೋಗ ಇಲ್ಲ ದಂತಾಗುವುದು ಒಂದು ಆಕರ್ಷಣೀಯ ವಿಷಯ.

ಬಂಡೆಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಕೊರೆಯುವ ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಬೈರಿಗೆಯನ್ನು

ರೂಪಿಸಿದವರು ಟ್ಸೆಫೆರೋವ್ ಎಂಬ ಎಂಜಿನಿಯರು. ಬೈರಿಗೆಯ ಮೂತಿಯ ಬಳಿ ಇರುವ ಸಿಲಿಂಡರಿನಾಕಾರದ ಒಂದು ಕೋಶದೊಳಕ್ಕೆ ದ್ರವ ಇಂಧನವನ್ನೂ ಗಾಳಿಯನ್ನೂ ಕಳಿಸಲಾಗುವುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಮವು 2500 ವಾಯುಮಾನಗಳ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ದಹನಕೋಶದ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಕೋಶದ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಹೊರಹೊರಡುವುದು. ಇದರಿಂದ ಬೈರಿಗೆ ತಿರುಗುವುದು ಮತ್ತು ಸುತ್ತಣ ಬಂಡೆ ಪುಡಿಯಾಗುವುದು. ಕೋಶದಿಂದ ಹೊರಡುವ ನಿಷ್ಕಾಸಾನಿಲವು (exhaust gases) ಬಂಡೆ ಪುಡಿಯನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೊತ್ತು ತರುವುದು.

ಹಿಂದೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಬೈರಿಗೆಗಳು 12 ಕಿಮೀ. ಆಳಕ್ಕಿಂತ ಕೆಳಗಡೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಅಷ್ಟು ಆಳ ಹೋಗುವ ವೇಳೆಗೆ ಬೈರಿಗೆಯನ್ನು ಇಳಿಸುವ ಹಗ್ಗವು ತನ್ನ ಭಾರದಿಂದಾಗಿ ತಾನೇ ಕಿತ್ತುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಟ್ಸೆಫೆರೋವ್‌ರವರ ಬೈರಿಗೆ ಹಗ್ಗದಿಂದ ಆಧರಿತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಪಾಸ್ಮ ಕ್ರಿಯೆಯೇ ಅದಕ್ಕೆ ಆಧಾರ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಬೇಕೆಂದಾಗ ಬೈರಿಗೆಯನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಬಹುದು.

ಬೈರಿಗೆ ಕೊರೆಯುವ ವೇಗ ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ 5 ಮೀಟರು ಎಂದೂ ಅದಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚ ಈಗಿನ ವೆಚ್ಚದ ನಲವತ್ತರಲ್ಲೊಂದರಷ್ಟು ಎಂದೂ ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

(**ಆಧಾರ:** *Science Journal*, ನವೆಂಬರ್ 1970)

ಬುಧನಮೇಲೆ ಒಂದು ವರ್ಷಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ದಿನವೇ ಹೆಚ್ಚು!

ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿನ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಬುಧಗ್ರಹವೇ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪವಾದದ್ದು, ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕದು. ಅದರ ವ್ಯಾಸ 3100 ಮೈಲಿ; ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸದ ಅರ್ಧಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ. ಅದು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುಹಾಕುತ್ತಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪವಾದಾಗ ಅದು ಸೂರ್ಯನಿಂದ 2.8 ಕೋಟಿ ಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ, ಅತ್ಯಂತ ದೂರವಾದಾಗ 4.3 ಕೋಟಿ ಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಒಂದು ಸುತ್ತುಹಾಕಲು ಅದಕ್ಕೆ 88 ಭೂದಿನಗಳು ಬೇಕು. ಭೂದಿನ ಅಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ದಿನ = 24 ಘಂಟೆ. ಆದುದರಿಂದ ಬುಧ ವರ್ಷ = 88 ಭೂದಿನ ಎನ್ನಬಹುದು. ಹಾಗಾದರೆ 'ಬುಧದಿನ'ದ ಕಾಲ ಎಷ್ಟು? ಬುಧ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಾನು ಅದೇ 88 ಭೂದಿನಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ತಿರುಗುವುದೆಂದು ಇದುವರೆಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದೆವು. ಅಂದರೆ ಬುಧದಿನ, ಬುಧವರ್ಷ, ಎರಡೂ ಒಂದೇ ಎಂದು ಬೇಕಾದರೆ ಹೇಳಬಹುದು. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿ ನೋಡುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಬುಧ ತನ್ನ ಸುತ್ತಾ ತಾನು ತಿರುಗಲು ಎಷ್ಟು ಕಾಲ ಬೇಕೋ ಅಷ್ಟೇಕಾಲ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತು ಹಾಕುವುದಕ್ಕೂ ಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ಅದರ ಒಂದು ಮುಖ ಯಾವಾಗಲೂ

ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಇದಿರಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಸದಾ ಹಗಲು ; ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಸದಾ ರಾತ್ರಿ. ಅಲ್ಲಿ ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳೇ ಇಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಬುಧದ ಮೇಲೆ ದಿನ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಅರ್ಥವೇ ಇಲ್ಲ ಎಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು. ಕಳೆದ ನಾಲ್ಕಾರು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿರುವ ವಿಷಯಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಈ ಭಾವನೆಗಳು ಅಸ್ತವ್ಯಸ್ತವಾಗಿವೆ.

ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಇದಿರಾಗಿರುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬುಧನ ತಾಪ 400°C ಇರಬೇಕೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿತ್ತು. ತಾಪ ಅಳೆಯಲು ಸೂಕ್ತವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡು ಅಳೆದಾಗ ಫಲಿತಾಂಶ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಂತೆಯೇ ಇತ್ತು. ಕತ್ತಲೆ ಇರುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ತಾಪ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ ಇರಬೇಕಷ್ಟೆ? ಒಂದು ಅಂದಾಜಿನ ಪ್ರಕಾರ ಅದು ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ (absolute zero), ಅಂದರೆ —273° ಇರಬೇಕಿತ್ತು. 1964ರಲ್ಲಿ ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯದ ರೇಡಿಯೊಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಆ ತಾಪವನ್ನು ಅಳೆದರು. ಅದು +17°C ಇತ್ತು ! ಇದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಭಾರೀ ಸೋಜಿಗದ ವಿಷಯವಾಯಿತು. ವಾತಾವರಣದ ಅನಿಲರಾಶಿಗಳ ಚಲನೆಯಿಂದ ಹೀಗಾಗಿರಬಹುದೇ? ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ; ಏಕೆಂದರೆ ಬುಧನ ಮೇಲೆ ಅನಿಲಾವರಣವಿಲ್ಲ. ಬುಧನ ಸಾಂದ್ರತೆ ಭೂಮಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯಷ್ಟೇ ಇರುವುದರಿಂದ ಬಿಸಿ ಭಾಗದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ (3100 ಮೈಲಿ ದೂರ) ಶಾಖವಹನ (heat conduction) ವಾಗುವುದೂ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾದರೆ ಈ ವೈಚಿತ್ರ್ಯದ ರಹಸ್ಯವಾದರೂ ಏನು ?

ಕಳೆದ ವರ್ಷ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಪ್ಯೂರ್ಟೊರಿಕೊ ದ್ವೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಅರೆಸಿಬೊ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಪೆಟೆಂಗಿಲ್ ಮತ್ತು ಡೈಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಒಂದು ಕುತೂಹಲಕರ ವಿಷಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಬುಧನ ಭ್ರಮಣಕಾಲ (ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ತಾನೇ ತಿರುಗುವ ಕಾಲ) ನಾವು ತಿಳಿದಿದ್ದಂತೆ 88 ಭೂದಿನಗಳಲ್ಲ, ಕೇವಲ 59 ಭೂದಿನಗಳು ಎಂಬುದನ್ನು ಕರಾರುವಾಕಾದ ಅಳತೆಗಳಿಂದ ಸ್ಥಿರಪಡಿಸಿದರು. ಭ್ರಮಣದ ಅವಧಿಯನ್ನೇ ಒಂದು ದಿನ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸುವುದಾದರೆ, ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆ ಬುಧದಿನ = $\frac{2}{3}$ ಬುಧವರ್ಷ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಹಗಲು, ರಾತ್ರೆಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದರೆ ಬೇರೊಂದು ತೀರ್ಮಾನ ಹೊರಹೊರಡುತ್ತದೆ. ಬುಧನು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ತಾನು ತಿರುಗುವುದೂ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತುಹಾಕುವುದೂ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಾದುದರಿಂದ ಬುಧಗ್ರಹ 88 ಭೂದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಒಂದು ಸುತ್ತುಹಾಕಿ ಮೊದಲಿದ್ದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬಂದು ಸೇರುವ ವೇಳೆಗೆ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ತಾನು ಒಂದೂವರೆ ಸುತ್ತು ತಿರುಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಬುಧನ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಪಾಲಿಗೆ ನಿಮ್ಮಳ ಅರ್ಧ ಸುತ್ತು ಲೆಕ್ಕಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ನಡುಹಗಲಿನಿಂದ ನಡುರಾತ್ರೆ ಸಂದಿರುತ್ತದೆ. ಪುನಃ ನಡುಹಗಲು ಬರಲು ಮತ್ತೆ 88 ಭೂದಿನಗಳು

ಕಳೆಯಬೇಕು. ಒಟ್ಟು ಒಂದು ಹಗಲು, ಒಂದು ರಾತ್ರಿ ಆಗಬೇಕಾದರೆ ಸುಮಾರು $88 \times 2 = 176$ ಭೂದಿನಗಳಾಗಬೇಕು. ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಕಾದ ನೆಲ ರಾತ್ರಿ ಪೂರಾ ಆರಿರುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ 17°C ತಾಪವಿರುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಗೊತ್ತಾದಂತಾಯಿತು. ಆದರೆ ಇನ್ನೊಂದು ತೀರ್ಮಾನ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿ ತೋರುವುದಿಲ್ಲವೆ? ಒಂದು ಹಗಲು, ಒಂದು ರಾತ್ರಿ ಸೇರಿ ಒಂದುದಿನ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ, ಒಂದು ಬುಧದಿನ $= 2$ ಬುಧವರ್ಷ !

(ಆಧಾರ : *Chemistry,* ಡಿಸೆಂಬರ್ 1970)

ಪ್ರೋಟಾನ್ ನಿಸ್ಸರಣ

ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಧಾತುಗಳು ಕ್ಷಯಿಸುವ ಮೂರು ಬಗೆಗಳು ಇದುವರೆಗೆ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದುವು: ಆಲ್ಫ ನಿಸ್ಸರಣ ಅಥವಾ ಆಲ್ಫ ಕಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದು, ಬೀಟ ನಿಸ್ಸರಣ ಅಥವಾ ಬೀಟಕಣವನ್ನು (ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು) ಹೊರಸೂಸುವುದು ಮತ್ತು ಸ್ವಪ್ರೇರಿತ ವಿದಳನ. ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ನಿಸ್ಸರಣದಲ್ಲಿಯೂ ಹೊರಬರುವುದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನೇ (ಧನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್) ಆದುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಹೇಳಿಲ್ಲ. ಈಗ ಈ ಮೂರರ ಜೊತೆಗೆ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಬಗೆಯೊಂದು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿದೆ. ಅದು ಪ್ರೋಟಾನ್ ನಿಸ್ಸರಣ. ಪ್ರೋಟಾನ್ ಹೊರಸೂಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯೂ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ಈಗಾಗಲೇ 50 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಸೂಚಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಅದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದ್ದು ಈಗ.

ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಜೋಸೆಫ್ ಸೆರ್ನಿಯವರು ಕಳೆದ ವರ್ಷ ಕೆಲಕಾಲ ಆಕ್ಸ್‌ಫರ್ಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ತಮ್ಮ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಾದ ಕೆ. ಪಿ. ಜಾಕ್ಸನ್, ಸಿ. ಯು. ಕಾರ್ಡಿನಲ್, ಎಚ್. ಸಿ. ಇವಾನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಎನ್. ಎ. ಜೆಲ್ಲಿಯವರೊಂದಿಗೆ ಕೈಗೊಂಡ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಹಾರ್ವೆಲ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಭಾರ ಅಯಾನು ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿ (heavy ion cyclotron) ಆಕ್ಸಿಜನ್–16 ಬೀಜಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ, ಆ ಬೀಜಗಳಿಂದ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ–40 ಅನ್ನು ತಾಡಿಸಿದರು. ಎರಡು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ಹೊರಬಿದ್ದು, ಅಸ್ಥಿರ ಕೊಬಾಲ್ಟ್–53 ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಯಿತು. ಅದು ಅನಂತರ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನನ್ನು ಹೊರಸೂಸಿ ಕಬ್ಬಿಣ–52 ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಯಿತು.

$${}^{40}_{20}\mathrm{Ca} + {}^{16}_{8}\mathrm{O} \longrightarrow {}^{53}_{27}\mathrm{Co} + 2\,{}^{1}_{0}n + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$$

$${}^{53}_{27}\mathrm{Co} \longrightarrow {}^{52}_{26}\mathrm{Fe} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$$

ಆದರೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅವರು ಪಡೆದ ಪುರಾವೆ ನಿರ್ಣಾಯಕವೆನಿಸಲಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಸೆರ್ನಿಯವರು ಬರ್ಕ್ಲಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗಿದ ಮೇಲೆ ಲಾರೆನ್ಸ್ ರೇಡಿಯೇಷನ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿಯಲ್ಲಿ ಜೆ. ಇ. ಎಸ್ಟೆರ್ಲ್, ಆರ್. ಜಿ. ಸೆಕ್ಸ್ಟ್ರೊ ಮತ್ತು ಆರ್. ಎ. ಗೊ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಆ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪುನಃ ನಡೆಸಿದರು. ಕೊಬಾಲ್ಟ್-53 ಬೀಜವು ಪ್ರೋಟಾನನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಮೂಲಕ ಕ್ಷಯಿಸುವುದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಆಗ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು ದೊರೆತುವು.

(ಆಧಾರ: *Scientific American,* ಡಿಸೆಂಬರ್ 1970
ಮತ್ತು *Science Journal,* ಡಿಸೆಂಬರ್ 1970)

ರಾಕ್ಷಸ ನಾಯಿ

ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಅಮೆರಿಕದ ಕೊಲರ್‍ಯಾಡೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಡಾ. ಪೀಟರ್ ರಾಬಿನ್ಸನ್ ಅವರು ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಪ್ರವಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಿದ್ದಾಗ ಅವರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲೊಬ್ಬರಾದ ಪೀಟರ್ ಡೆರ್ವೆನ್ ರವರು ಕೊಲರ್‍ಯಾಡೊ ಸಂಸ್ಥಾನದ ಒಂದು ಹುಲ್ಲುಗಾವಲಿನಲ್ಲಿ ದೈತ್ಯಾಕಾರದ ಒಂದು ನಾಯಿಯ ತಲೆಬುರುಡೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆಮಾಡಿದರು. ಅದರ ಕೆಳದವಡೆ 14 ಅಂಗುಲ ಇತ್ತು. ಇಂದು ಜೀವಂತವಾಗಿರುವ ದೊಡ್ಡ ತೋಳದ ಕೆಳದವಡೆ ಕೇವಲ 9 ಅಂಗುಲ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ ಈ ನಷ್ಟವಂಶೀ ರಾಕ್ಷಸ ನಾಯಿ ಎಂಥ ದೈತ್ಯನಾಗಿದ್ದಿರಬಹುದು ಎಂಬುದು ಅಂದಾಜಾಗುತ್ತದೆ. ಬಾಲದ ಬುಡದಿಂದ ತಲೆಯವರೆಗೆ ಅದರ ಉದ್ದ ಆರು ಅಡಿಯಾದರೂ ಇದ್ದಿರಬೇಕೆಂದು ರಾಬಿನ್ಸನ್‌ರವರು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ಈಚೆಗೆ ಆ ತಲೆಬುರುಡೆ ಅಮೆರಿಕದ ಜಿಯಲಾಜಿಕಲ್ ಸರ್ವೆ ಅಧಿಕಾರಿ ಡಾ. ಜಿ. ಇ. ಲ್ಯೂಯಿಸ್ ಅವರ ಕೈಗೆ ಬಂತು. ಅವರು ಅದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಆ ನಾಯಿ ಆಂಫಿಸಿಯನ್ ಮೇಜರ್ *(Amphicyon major)* ಜಾತಿಯದೆಂದು ಖಚಿತವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಜಾತಿಯ ನಾಯಿ 12–15 ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಮಯೊಸೀನ್ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿತ್ತು. ಈಗ ಅದರ ವಂಶ ನಷ್ಟವಾಗಿ ಹೋಗಿದೆ. ಈ ಜಾತಿ ನಾಯಿಯ ಅವಶೇಷ ಹಿಂದೆ ಪತ್ತೆಯಾಗಿದ್ದದ್ದು ನೂರು ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ, ಫ್ರಾನ್ಸಿನಲ್ಲಿ.

ಒಂದೇ ಜಾತಿಯ ನಾಯಿ ಒಂದೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಫ್ರಾನ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕೊಲರ್‍ಯಾಡೊ ದಲ್ಲಿಯೂ ಜೀವಿಸಿತ್ತೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಪುರಾವೆ ದೊರೆತಿರುವುದರಿಂದ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದ ವಾಯುವ್ಯ ತುದಿ ಮತ್ತು ಯೂರೋಪಿನ ಈಶಾನ್ಯ ತುದಿಗಳ ನಡುವೆ ಈಗ ಇರುವ ಬೆಹರಿಂಗ್ ಜಲಸಂಧಿಯ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಒಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭೂ ಸೇತು ಇತ್ತೆಂಬ ವಾದವನ್ನು ಇದು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಿದಂತಾಗಿದೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Digest,* ಡಿಸೆಂಬರ್ 1970)

—ಜಿ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

ಪುಸ್ತಕ ಲೋಕ

ಗಗನ ಕುಸುಮು; ಲೇಖಕರು : ರಘುಸುತ; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಪುಲಕೇಶಿ ಪ್ರಕಾಶನ, ಬೆಂಗಳೂರು–3, 1970; ಪುಟಗಳು : 192; ಬೆಲೆ: ಸಾದಾಪ್ರತಿ: ರೂ. 3–00, ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ: ರೂ. 4-00

ಕೈಲಾಸಂ ಬರೆದ ಚುಟಕವೊಂದನ್ನು ನೋಡಿದ್ದೀರಾ ?

ಕಾಶೀಗ್ಹೋದ ನಂಭಾವ ಕಬ್ಬಿಣದ್ಹೋಣೀಲಿ
ರಾಶೀರಾಶೀ ಗಂಗೇ ತರೋಕ್ಹೊಳ್ಳೆ ಪರದೇಲಿ॥

ನಂಭಾವನ ಹಾಗೆಯೇ ಈ ಕಾದಂಬರಿಯಲ್ಲಿ ಮೂವರು ಘನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ಚಂದ್ರಯಾನದ ರಾಕೆಟ್ ಒಳಗಡೆ ಒಂದು 'ಸಪ್ತಲೋಹದಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ' ಚಿಕ್ಕ 'ಬೀರು'ವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಚಿತ್ರವಾದ ವಾಯುವನ್ನು ತುಂಬಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತಾರೆ. ಅದು ಎಂತಹ ವಿಚಿತ್ರವಾದ ವಾಯು! ಡಾ|| ರಂಗನಾಥ್ 'ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ' ಈ ವಾಯು ರಾಕೆಟ್ ಒಳಗಿನ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಹೊರ ವಾತಾವರಣ (?) ದೊಡನೆ ಸರಿತೂಗಿಸಬಲ್ಲುದಾಗಿತ್ತು. (ಇಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಮುಂದೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿರುವ ಪ್ರಶ್ನಾರ್ಥಕ, ಆಶ್ಚರ್ಯಸೂಚಕ ಮತ್ತು ಉದಹರಣೆಯ ಚಿಹ್ನೆಗಳು ವಿಮರ್ಶಕನವು ಎಂದು ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲವಷ್ಟೆ ?) ರಾಕೆಟ್ ಹೊರಗಡೆ ಎಷ್ಟು ಡಿಗ್ರಿಗಳ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣಾಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ಡಿಗ್ರಿಗಳ ಶೀತಲತೆಯನ್ನು ಒಳಗಡೆ ಒದಗಿಸಬಲ್ಲುದಾಗಿತ್ತು. ಹೊರಗಡೆ ಘನೀರೂಪವಾಗುವ (!) ಚಳಿ ಇದ್ದರೆ ಈ ವಾಯು ಒಳಗಡೆ ಅಷ್ಟೇ ಶಾಖವನ್ನು ಒದಗಿಸಬಲ್ಲುದು.

ಇಂತಹ ವಾಯು ರಾಕೆಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಎಂತಹ ಅವಾಂತರ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು ಎಂದು ಲೇಖಕರು ಯೋಚಿಸಿದ ಹಾಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಹೊರಗಿನ ಉಷ್ಣತೆ –273° C ಆಗಿದ್ದಾಗ ಒಳಗೆ + 273°C ಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಒಳಗಿನ ಜನರನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬೇಯಿಸಿ ಬಿಡುತ್ತದೆಯಲ್ಲವೆ? ಹಾಗೆಯೇ ಹೊರಗೆ ಶಾಖ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಒಳಗೆ ಚಳಿಯಿಂದ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಂತೆ ಕೊರಡನ್ನಾಗಿಸಿಬಿಡುವುದಲ್ಲವೆ? ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯಾತ್ರಿಗಳ ಅದೃಷ್ಟ; ಈ ವಾಯು ಲೇಖಕರು ವಿವರಿಸಿದಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ ಹಾಗೆ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ.

ರಟ್ಟಿನ ಮೇಲೆ 'ಚಂದ್ರ ಗ್ರಹ ಯಾನವನ್ನು ಕುರಿತಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಹಸಮಯ ಕಾದಂಬರಿ' ಎಂದು ತನ್ನನ್ನೇ ತಾನು ಕರೆದುಕೊಂಡಿರುವ ಈ

ಗಗನ ಕುಸುಮದ ತುಂಬ ಈ ರೀತಿಯ ಆಭಾಸಗಳು ಕಂಡು ಬರುತ್ತವೆ. ತೆಲುಗು ಕಥಾನಕ ಒಂದರ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಕಥೆ ಬರೆಯಲ್ಪಟ್ಟಿದೆಯಂತೆ. ಮೂಲಕೃತಿ **ಹಳೆಯ** ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಕಥೆ ಯಾವುದನ್ನೋ ಅನುಸರಿಸಿದೆಯೇನೋ ಎಂಬ ಸಂಶಯ ಬರುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಕಥೆಯ ದೇಶ ಕಾಲಗಳು ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ನಂತರದ ಭಾರತ ಎಂದು ಸೂಚಿತವಾಗಿದ್ದರೂ ಇಲ್ಲಿ ವರ್ಣಿತವಾಗಿರುವ ' ಅಭೂತ ಪೂರ್ವ ' ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಹಸಗಳೆಲ್ಲವೂ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ನಡೆದು ಹಲವಾರು ವರ್ಷ ಗಳು ಕಳೆದಂತಹವುಗಳು. 1970ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರ ಗ್ರಹ ಯಾನವನ್ನು ಯಾರೂ ಎಂದೂ ಸಾಧಿಸದಿದ್ದ ಸಾಹಸ ಎಂದು ಹೇಳುವುದು ಹಾಸ್ಯಾಸ್ಪದ. ಅಮೆರಿಕಾ ಅಧ್ಯಕ್ಷರ ವಿಯೆಟ್‌ನಾಂ ನೀತಿಯನ್ನು ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡಾ|| ಟೀಲರ್ ಪರಮಾಣು ವಿಚ್ಛೇದನ ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ' ಕಂಡು ಹಿಡಿದುದಕ್ಕಾಗಿ ' ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೊಬ್ಬನನ್ನು ಅಭಿನಂದಿಸುತ್ತಾನೆ ! ಇವರು ಯಾರೂ ಹಾನ್, ಸ್ಟ್ರಾಸ್‌ಮಾನ್ ಮತ್ತು ಮೈಟ್ನರ್—ಇವರುಗಳ ಹೆಸರನ್ನು ಕೇಳಿದಂತೆ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ ! ಈ ' ಸಾಹಸ 'ಗಳು ಜೂಲ್ಸ್‌ವರ್ನ್ ಮತ್ತು ವೆಲ್ಸ್‌ರವರ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಸರಿಹೊಂದುತ್ತಿದ್ದುವು, ನಮ್ಮ ಕಾಲಕ್ಕಲ್ಲ. 1939ರಲ್ಲಿ ಬರೆಯಲಾದ ಜಾನ್ ಬೆರಿಮ್ಯಾನ್ (John Berryman) ಅವರ *Special Flights* ಎಂಬ ಕಥೆಯಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಯಾನ **ಗಗನಕುಸುಮ**ದಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹಲವು ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ನೈಜವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾದಂಬರಿಯಲ್ಲಿ ನಾವು ಏನನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತೇವೆ ? Kingsley Amis ಮತ್ತು Robert Conquest ಹೇಳುತ್ತಾರೆ—There are kinds of ingenuity, kinds of invention, kinds of question, ways of putting such questions, notions of possibiity, effects of irony and wit, of wonder and terror that only science fiction offers and can offer.

ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ಈ ಕಾದಂಬರಿ, ಶಶೂನ್ ಗ್ರಹದ ವಿಷಯ ವೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ, ಇನ್ನೆಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸೋಲುತ್ತದೆ. ಇದೊಂದು ವಿಷಯವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಲೇಖಕರು ತೆಲುಗು ಕೃತಿಯಿಂದ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆಯೋ ಎಂಬ ಅನುಮಾನ ಬರುತ್ತದೆ.

ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಇದು ಕಾದಂಬರಿಯೇ ಅಲ್ಲ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಥೆಗಳು ನೀಳ್ಗತೆಗಳಾಗುತ್ತವೆಯೇ ಹೊರತು ಕಾದಂಬರಿಯ ರೂಪ ತಾಳುವುದು ಅಪರೂಪ. ಅಂತೆಯೇ **ಗಗನ ಕುಸುಮ**ವೂ ಕಾದಂಬರಿ ಎನ್ನಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ತಕ ವೈಶಾಲ್ಯವನ್ನುಳ್ಳ ಕಥಾವಸ್ತುವನ್ನಾಗಲೀ ಗಹನವಾದ ವ್ಯಕ್ತಿಚಿತ್ರಣವನ್ನಾಗಲೀ ಕಾಲದೇಶಾಚಾರಗಳ ಹರಹನ್ನಾಗಲೀ ಒಳಗೊಂಡಿಲ್ಲ.

ಕಥೆ ಹೇಳುವವನು ಕಾಲೇಜು ಅಧ್ಯಾಪಕ ಮಿ|| ಸುರೇಶ್ (ಕೆಲವರು ಇವನನ್ನು ಡಾ|| ಎಂದೂ ಸಂಬೋಧಿಸುತ್ತಾರೆ!). ಇವನಿಗೆ ಚಂದ್ರಯಾನ ಮಾಡಬೇಕೆಂಬ ರಹಸ್ಯ ಗೀಳು. ಸಹ ಅಧ್ಯಾಪಕ ಡಾ|| ರಂಗನಾಥ್‌ಗೂ (ಇವನನ್ನು ಕೆಲವುಸಲ ಮಿ|| ಎಂದೂ ಸಂಬೋಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ!) ಇದೇ ಆಸೆ ಇರುವುದು ತಿಳಿದು ಇಬ್ಬರೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲಾರಂಭಿಸುತ್ತಾರೆ. ಡಾ|| ರಂಗನಾಥನ ಅಮೆರಿಕದ ಸ್ನೇಹಿತ ಡಾ|| ಟೇಲರ್ ಇವರೊಡನೆ ಸೇರುತ್ತಾನೆ. ಇವನೆಂತಹವನು? 'ಮಿಚಿಗನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಕ್ತನ ಸಂಶೋಧಕರಾಗಿ (!) ವಿಲ್ಸನ್ ನಕ್ಷತ್ರ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರಿಗೆ ಹಲವು ಭಾಷೆಗಳ–ಸಂಸ್ಕೃತ ಕೂಡ–ಪರಿಚಯ ಉಂಟು.' ಅವರ 'ಆಕರ್ಷಕ' ಶಕ್ತಿಯ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಇವರ ನೆರವಿಗೆ ಬರಬೇಕು!

ಕಾಮಿಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ಅಗ್ಗದ ಪತ್ತೇದಾರಿ ಕಥೆಗಳ ಶೈಲಿಯ ಕೆಲವು ಅರ್ಥಹೀನ ಸಾಹಸಗಳನಂತರ ಈ ಮೂವರು ಚಂದ್ರಯಾನದ ರಾಕೆಟ್ಟನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಇವರು ಮಾಡುವ ಆರ್. ಅಂಡ್ ಡಿ. (Research and Development–ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ) ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಥಮಿಕ–ಎಲಿಮೆಂಟರಿ. ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸ, ಸುತ್ತಳತೆ, ಭೂ–ಚಂದ್ರ ದೂರ, ಭೂ–ಚಂದ್ರದೂರ : ಭೂ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಪ್ರಮಾಣ, ಭೂಮಿ–ಚಂದ್ರ–ಸೂರ್ಯ ಪರಿಮಾಣಗಳು, ಇವನ್ನೆಲ್ಲ ಇವರು ಎರಡು ತಿಂಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯನಂತರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಾರೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಫಲಿತಾಂಶ : 'ಭೂಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಅಂಗಾರಕ ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು' (ಇದು ಯಾವಾಗಲೂ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಲೇಖಕರ ಭ್ರಾಂತಿ!) ನೋಡೋಣ; ಈ ದೂರ ಬಹುಶಃ (!) 3,50,00,000 ಮೈಲಿಗಳಿರಬಹುದು.....ಅಂಗಾರಕನ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯ ಗ್ರಹಣದ ದಿವಸ (!) ಅಲ್ಲಿನ ವಾಯುಗುಣ 120 ಡಿಗ್ರಿಗಳಿರುತ್ತದೆ. ಅದೇ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣದ ರಾತ್ರಿ –120° ಗಳಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿದೆ ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಜ್ಞಾನ.

ಹೀಗೆಯೇ ಲೇಖಕರು ಈ ಮೇಧಾವೀ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮೂಲಕ ಎಲಿಮೆಂಟರಿ ಪರಮಾಣುಶಾಸ್ತ್ರ ('ಅವು ವಿಚ್ಛೇದನ ಹೊಂದಲಿಲ್ಲವಾದರೂ ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ ಸ್ವಲ್ಪ ಸಂಭವಿಸಿತು'), ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರ, ಆಯಸ್ಕಾಂತಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಆಳವಾದ ಅಜ್ಞಾನವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹಾಗೆ ಮಾಡಲು ಜಟಿಲವಾದ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಸಹಾಯವನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಇನ್ನೊಂದು ಪರಮಾಣುವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡೆ (–ಒಂದು ಚಮಚೆಯಲ್ಲಿರಬಹುದೆ?)–

1 ತೊಲ ÷ ,00,000 = A (ಮುದ್ರಾರಾಕ್ಷಸನನ್ನು ಕ್ಷಮಿಸಿ)

A ÷ 1,00,000 = B

B ÷ 1,00,000 = C ಎಂದುಕೊಂಡರೆ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಭಾರ C ಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಸುರೇಶ್ ವಿಲಕ್ಷಣವಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಾನೆ. ಚಕ್ರ ಮತ್ತು ರಾಟೆಗಳ ಮೇಲೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಾನೆ (ಇದನ್ನೆಲ್ಲ ಅವನು ಹೈಸ್ಕೂಲಿನಲ್ಲಿ ಓದಲೇ ಇಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟ !). ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳಿಂದ 'ಒದಗುವ' ವೇಗವನ್ನು ಗೇರ್ ಚಕ್ರಗಳ ಮೂಲಕ 'ವೃದ್ಧಿ'ಗೊಳಿಸಿ ರಾಕೆಟ್ಟನ್ನು ಓಡಿಸುವ ಅಸಾಧಾರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಾನೆ.

ಮೊದಲ ಟ್ರಯಲ್ ಹಾರಾಟದಲ್ಲಿ 1200 ಮೈಲಿ ದೂರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಮತ್ತೆ ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಾಗಾರವಾದ ತೋಟದಲ್ಲೇ ನಿಖರವಾಗಿ ಬಂದಿಳಿಯುತ್ತಾರೆ. ಇದೇ ಸಮಯಕ್ಕೆ ರಷ್ಯ ತನ್ನ ಮೊದಲ ಕೃತಕ ಭೂ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಹಾರಿಸುವುದರಿಂದ ಇವರಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಪ್ರಯಾಣದ ದಿನವನ್ನು ಬದಲಿಸುತ್ತಾರೆ; ಮುಂದಿನ 'ಪೌರ್ಣಮಿಗೆ.' (ಒಳ್ಳೆಯ ತಿಥಿ ಎಂದೆ, ಶುಭ ಮುಹೂರ್ತವೆಂದೆ ? ತಿಳಿಯದು !) ಆಗತಾನೆ ಡಾ|| ಟೇಲರ್‌ಗೆ ಹೊಳೆಯುತ್ತದೆ, ತಮ್ಮ ರಾಕೆಟ್‌ಗೆ ಎರಡು ಹಂತಗಳು ಇರಬೇಕು, ಇಂಧನದ ಅಗತ್ಯ ಇದೆ, ಎಂದು. ತತ್‌ಕ್ಷಣ ಸುರೇಶ್ ಸಂಶೋಧನೆಮಾಡಿ ಜಲಜನಕ-ಫ್ಲೋರೀನ್ ಮಿಶ್ರಣವೊಂದನ್ನು ಇಂಧನವನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾನೆ. ಇದರಿಂದ ಅವರಿಗೆ ಬೇಕಾದುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಸ್. ಐ. ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. (ಹಾಗೆಂದರೇನು ? ಕಥೆಯಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಹೇಳುವವರು ಯಾರೂ ಇಲ್ಲ. ಇದರ ಅರ್ಥವೇನೋ ತಿಳಿಯಿತು, ಆದರೆ ಇತರ ಕೆಲವು ಹ್ರಸ್ವರೂಪಗಳ ಅರ್ಥ ಏನು ? HQ ಪಾಯಿಂಟು, KM—ಎಂದರೇನು, ನನಗೆ ತಿಳಿಯದು. ಹಾಗೆಯೇ ಬೂಷ್ವಾರ್ಸಿಸಂ ಎಂದರೇನು ? ಯಾರಾದರೂ ಹೇಳುವಿರಾ ?)

ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸೇರಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಹಾರಿ ಭೂ ಆಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಮೀರಿ ಚಂದ್ರನತ್ತ ಸಾಗುವರು. ದಾರಿಯಲ್ಲಿ—ಹಾಗೆಂದು ನಾವು ಊಹಿಸಬೇಕಷ್ಟೆ–ಕಥೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಭೂಮಿಯಿಂದ 1,95,00,000 ಮೈಲು, ಅಂದರೆ ಚಂದ್ರನ ದೂರದ ಸುಮಾರು 80ರಷ್ಟು ದೂರ ಬಂದಮೇಲೆ, ವಿಪತ್ತು ಬರುತ್ತದೆ. ಹಾರಾಡುವ ತಟ್ಟೆಗಳು (ಫ್ಲೈಯಿಂಗ್ ಸಾಸರ್) ಇವರನ್ನು ಕೈದುಮಾಡಿ ಶಶೂನ್ ಎಂಬ ಚಂದ್ರನ ಉಪಗ್ರಹವೊಂದಕ್ಕೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತವೆ. ಈ ಗ್ರಹ ಭೂಮಿಗೂ ಚಂದ್ರನಿಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಇದೆಯಂತೆ (ಹೇಗೆ, ನನಗೆ ಅರ್ಥವಾಗುವುದಿಲ್ಲ !). ಶಶೂನರು ನಮಗಿಂತ ಬುದ್ಧಿ, ಸಂಸ್ಕೃತಿ, ನಾಗರಿಕತೆಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಬೆಳೆದವರು. ಅವರು ಯುದ್ಧ, ಸೈನ್ಯ, ಸರಕಾರ, ರಹಸ್ಯ ಮೊದಲಾದ ಪದಗಳ ಉಪಯೋಗವನ್ನೂ ಬಿಟ್ಟುಬಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಶಶೂನರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮೂವರೂ ಚಂದ್ರಗ್ರಹಕ್ಕೆ 'ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ರಚನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ' ಹೋಗುತ್ತಾರೆ (ವಾಯುರಹಿತ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ !). ಆದರೆ ಇದು ಅವರಿಗೆ ಉತ್ಸಾಹ ವನ್ನೇನೂ ತರದು; ಶಶೂನರಿಗೆ

ಇದು ಮಕ್ಕಳಾಟ. ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಚಂದ್ರಗ್ರಹದ ಅನುಭವ ನೀಲ್ ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗರದ್ದಕ್ಕಿಂತ ತೀರಾ ಭಿನ್ನವಾದದ್ದು. ಕೊನೆಗೆ ಡಾ|| ಟೇಲರ್ ಶಶೂನ್ ಗ್ರಹದಲ್ಲೇ ಉಳಿಯುತ್ತಾರೆ; ಇನ್ನಿಬ್ಬರು ಹಿಂತಿರುಗುತ್ತಾರೆ.

ಕಥೆಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ಓದಿದಮೇಲೆ ಲೇಖಕರು ಬರಹಕ್ಕೆ ಕೈಹಾಕುವ ಮೊದಲು ಸ್ವಲ್ಪ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಓದಿದ್ದರೆ ಚೆನ್ನಾಗಿತ್ತು ಎನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾದಂಬರಿಕಾರ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು, ವಿಜ್ಞಾನದ ತತ್ವಗಳನ್ನು, ಹ್ರಸ್ವಮಾಡಿಯೋ ಹಿಗ್ಗಿಸಿಯೋ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸಾಧುವಾದರೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಸರ್ವವಿದಿತವಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತತ್ವಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ತಪ್ಪು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿರಬೇಕೆಂದೇನೂ ಇಲ್ಲ. ನ್ಯೂಟನ್ನನ ಮೊದಲನೆಯ ಚಲನ ನಿಯಮವೇ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲದವರು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯಾನವನ್ನು ಕುರಿತು ಹೇಗೆ ಬರೆಯಬಲ್ಲರು?

ಮತ್ತೆ, ಕಾದಂಬರಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾದದ್ದರಿಂದ ಅದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಾದಂಬರಿಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನೂ ಗುಣವನ್ನೂ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂದೂ ಇಲ್ಲ. ಕಥೆ ತೀರಾ ಕೃತಕವಾದ, ಸತ್ಯ ದೂರವಾದ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದರೂ ಸಿನಿಮಾಯುವಾದ ಪ್ರೇಮಪ್ರಕರಣ ಯಾವುದೂ ಬರಲಿಲ್ಲವಲ್ಲ ಎಂದು ಸಂತೋಷ ಪಡುವಷ್ಟರಲ್ಲಿಯೇ ಲೇಖಕರು ಒಂದು ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಆ ಕೊರತೆಯನ್ನೂ ನೀಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಸೌಂದರ್ಯ ರಾಣಿಯೊಬ್ಬಳು ಸುರೇಶನ ಕನಸಿನಲ್ಲಿ ಬಂದು ಅವನೊಡನೆ ಚಲ್ಲಾಟವಾಡುತ್ತಾಳೆ. ಕಥೆಗೆ ಸಂಬಂಧವನ್ನೇ ಹೊಂದದ ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗ, ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರು ಸುರೇಶನಿಗೆ 'ಉತ್ತರ ಭಾರತದ' ರಂಗನಾಥ್ (ಇದಕ್ಕಿಂತ ಉತ್ತರ ತರವಾದ ಹೆಸರು ಯಾವುದೂ ಸಿಗಲಿಲ್ಲವೆ?)ನ ಬಗೆಗೆ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯನ್ನು ಕೊಡುವುದು.

ಪುಸ್ತಕದ ಪುಟ–ಪುಟದಲ್ಲಿಯೂ ಬಾಲಿಶ ತಪ್ಪುಗಳು (howlers) ಕಂಡು ಬರುತ್ತವೆ. ಭಾಷೆಯ ವ್ಯಾಕರಣದ, ವಿಜ್ಞಾನದ ವ್ಯಾಕರಣದ ತಪ್ಪುಗಳು ಅಸಂಖ್ಯಾತ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡುತ್ತೇನೆ.

—ಕಾಗದಗಳು ಸಿಕ್ಕಿದಮೇಲೆ ಅಳಿಸಿಹೋಗಿದ್ದ ಅಕ್ಷರಗಳನ್ನು ದುರ್ಬೀನಿನಿಂದ (!) ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಮೇಲೆ.

—ಮಾರನೇ ದಿನ ಅಲ್ಲಿಂದ ಮೊದಲ ಉತ್ತರ ಬಂತು. ಎರಡನೇ ಉತ್ತರ ಬೊಂಬಾಯಿಂದ ಬಂದಿತು (ಇವೆಲ್ಲ ತೆಲುಗು 'ಉತ್ತರ'ಗಳು. ಕನ್ನಡದವಲ್ಲ!)

—ಸ್ಪೀಡಾಮಿಾಟರ್ ಗರ್ರನೆ ತಿರುಗತೊಡಗಿತು.

—(ರಾಕೆಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ) ನಮ್ಮ ನಮ್ಮ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮನ್ನು ಬಂಧಿಸಿಕೊಂಡೆವು.... ಒಮ್ಮೆಗೆ ರಂಗನಾಥ್‌ರವರು ನಮ್ಮಿಬ್ಬರನ್ನೂ ಬರಸೆಳೆದು ಅಪ್ಪಿಕೊಂಡರು (—ಹೇಗೆ?)

—ಯಂತ್ರಗಳಮೇಲೆ ನಮ್ಮ ಕೈ ಓಡುತ್ತಲೇ ಇತ್ತು.

—ಯಮಲೋಕಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಲ್ಪಡುವ ಯುರಡೈಸ್‌ಳಂತೆ.
—ಟೇಲರ್ ನನ್ನನ್ನು ಕುಲುಕಿ ಟೀ ಕೊಟ್ಟರು (ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ !)
—ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಮಿಾಟರನ್ನು ತುಳಿದರು (—ಏಕೆ ?)
—ಸಮಿಷ್ಟಿ ಭದ್ರತೆ.
—ಆಸ್ಫೋಟಕವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವರೀತಿ.
—ನಮ್ಮನ್ನು ಹರಿಸುವ (ಹರಸುವ ಬದಲು !)
—ಅದೆಲ್ಲ ನಟನೆಯೇನಾ (ಇದೂ ತೆಲುಗು ರೂಪವಲ್ಲವೆ ?)
—ನನಗೇಕೋ ಒಂದುತರ ಭಾಸವಾಯಿತು.
—ಅಂಥಹ —ಚಿಕ್ಕ ಮಗುವಿನಂಥಹ ಕೈಯೊಂದು (!)
—ಈ ಮಹಾರಣ್ಯ (ಊರ ಹೊರಗಿನ ಮನೆಯ ಕಾಂಪೌಂಡಿನಲ್ಲಿ !)ದ ನಾಲ್ಕು ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಏರೋಡ್ರೋಮ್ ಸುತ್ತಲಿರುವಂಥಾ ಭಾರೀ ನಾಲ್ಕಾಳೆತ್ತರದ ಕಲ್ಲಿನ ಗೋಡೆ all proof ನಂತಿತ್ತು (—ಯಾವ ಏರೋಡ್ರೋಂ ?)
—ಪ್ರೋಟಾನ್ಸ್‌ಗಳು—ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಗಳು—ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಗಳು)
—ಅವರು ಇಲ್ಲಿ ಇರುವಿಕೆ ತಿಳಿದುಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು.
—ಜ್ಞಾನಪಿಪಾಸೆಯ ಗುರಿಯತ್ತ ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ಆ ಮಹಾನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ....
—ನಿಮ್ಮ ಈ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಪ್ರಕಾರ (ತ್ರಿಜ್ಯವೆಂದರೆ formula ಎಂದರ್ಥವೆ ?)
—20 ಮೈಲಿಗಳ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಗಾಳಿಯು ಫ್ಲಾಸ್ಕಿನ ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿನ ವಾಯುವಿನಂತೆ ತೆಳುವಾಗಿರುತ್ತದೆ.
—ಅಲ್ಲದೆ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಶಕ್ತಿ, ವಾಯುರಹಿತ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಬಹುಶಃ 'ಈಥರ್' ಇರಬಹುದೆಂದುಕೊಂಡೆ. ($(C_2H_5)_2O$?)

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ಅವೈಜ್ಞಾನಿಕ, ಬಾಲಿಶ, ಉಪಹಾಸಾರ್ಹ 'ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾದಂಬರಿ'. ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೊದಲ ಪಾಠಗಳನ್ನೂ ಅರಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾರದ ಅಜೀರ್ಣವನ್ನು ಕಾದಂಬರಿ ಚಿತ್ರಿಸಿದೆ; ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾದಂಬರಿಯ ವ್ಯಂಗ್ಯಚಿತ್ರವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದೆ.

ಆದರೆ ಡಾಕ್ಟರ್ ಜಾನ್ಸನ್ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಸ್ತ್ರೀ ಧರ್ಮೋಪದೇಶಕರ ಶೈಲಿಯ ವಿಚಾರವನ್ನು ಕುರಿತು ಹೇಳಿದ "ಅದು ಎಷ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿತೆಂಬುದು ಮುಖ್ಯವಲ್ಲ—ಅದನ್ನು ಮಾಡಿದರಲ್ಲ, ಅದೇ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ; ನಾಯಿಯು ತನ್ನ ಹಿಂಗಾಲುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ನಡೆದರೆ ಹೇಗೋ, ಹಾಗೆ" ಎಂಬ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸಬಹುದು ಎನ್ನೋಣವೆ ? ಆದರೆ ಹಿಂದೆ **ಕತೆಗಾರ**ದಲ್ಲಿ ಬಂದ 'ಬಾಲಶಶಿ'ಯವರ ಸಣ್ಣ ಕಥೆಗಳೂ ಈಗ ಬರುತ್ತಿರುವ ಭೂಸನೂರುಮಠರ ಕಥೆಗಳೂ ಯಾವ ಪ್ರಮಾಣದಿಂದಲೂ ಸೊಗಸಾಗಿವೆಯಾದುದ

ರಿಂದ ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೂ ಲೇಖಕರಿಗೆ ಸಹಾನುಭೂತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ.

—ಎನ್. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿ

ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಭೂಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರ; ಮೂಲ ಸಂಪಾದಕರು: ಜಾರ್ಜ್ ಕುರಿಯನ್, ಬಿ. ಎಸ್. ಪರಾಖ್; ಅನುವಾದಕರು: ಐ. ಶ್ರೀ. ಪ್ರಸಾದ್; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಕನ್ನಡ ಅಧ್ಯಯನ ಸಂಸ್ಥೆ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಮೈಸೂರು 1969; ಪುಟಗಳು: xvii + 241, ಕ್ರೌನ್ $\frac{1}{4}$; ಬೆಲೆ: ಸಾದಾಪ್ರತಿ: ರೂ. 8–50, ಕ್ಯಾಲಿಕೊ ಪ್ರತಿ: ರೂ. 12–50.

ಉತ್ತಮ ಮೂಲ ಗ್ರಂಥವೊಂದನ್ನು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಅನುವಾದಿಸಿದರೆ ಅದು ಮೂಲ ಗ್ರಂಥದಷ್ಟೇ ಉತ್ತಮವಾಗಿರುವುದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಶ್ರೀ ಐ. ಶ್ರೀ. ಪ್ರಸಾದರು ಅನುವಾದಿಸಿರುವ "ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಭೂಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ"ವು ಉದಾಹರಣೆ. ಶಕ್ತಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಪ್ರೆಸ್ಸಿನ ಅಂದವಾದ ಮುದ್ರಣ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಕನ್ನಡ ಅಧ್ಯಯನ ಸಂಸ್ಥೆಯ ದಕ್ಷ ಪ್ರಕಟಣೆ, ಹೇರಳವಾದ ಚಿತ್ರಗಳು, ರೇಖಾಚಿತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಉತ್ತಮ ಫೋಟೋಗ್ರಾಫ್‌ಗಳಿಂದ ವಿವರಿತವಾಗಿರುವ ವಸ್ತು ವಿಷಯ, ಶ್ರೀ ಪ್ರಸಾದರ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಅನುವಾದ–ಇವುಗಳಿಂದ ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆಗೆ ಒಂದು ಗಣನೀಯವಾದ ಕೊಡುಗೆಯಾಗಿದೆ.

ಸರಳವಾದ ಶೈಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಶ್ರೀ ಪ್ರಸಾದರ ಶೈಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸರಳವಾಗಿದೆ. ಕೆಲವು ಕಡೆ ಆಕರ್ಷಕವಾಗಿಯೂ ಇದೆ. ಉದಾ. "ಚಳಿಗಾಲವು ಸೌಮ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಚಳಿ ಹೆಚ್ಚಾದ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ ಉಷ್ಣಾಂಶ 10° ಸೆಂ. ಗಳಿಂದ 42° ಸೆಂ. ಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ಆಗುವುದು ಅಪರೂಪ. ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲಿ ತೇವವೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯ ಪ್ರಖರವಾಗುತ್ತಾನೆ" (ಪುಟ 87). ಆದರೆ ಕೆಲವು ಕಡೆ ಅದು ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾ. "ಪರಿಸರಣ ಪ್ರವಾಹಗಳು ಲಂಬವಾಗಿ ಶಿಲಾಗ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಏರಿದಾಗ, ಹಾಗೆ ಮೇಲೇರಿದ ಪ್ರವಾಹಗಳ ವಕ್ರಾಕೃತಿಯ ಶಿಖೆಯ ಮೇಲೆ ಮೋಡಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತಾ, ಅವು 'ಹೂವುಕೋಸಿನ' ಆಕಾರವನ್ನು ತಳೆಯುತ್ತವೆ" (ಪು. 75). "ಒಂದು ವರುಷದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಅವಪಾತ ದ್ರವೀಕರಣದ ಒಟ್ಟು ಪ್ರಮಾಣವನ್ನೇ ಗಮನಿಸುವುದಾದರೆ, ಸಮಭಾಜಕ ವಿಷುವದ್ರೇಖೆಯ ಪ್ರದೇಶಗಳೂ ಸಮಶೀತೋಷ್ಣ ವಲಯುಗಳಲ್ಲಿರುವ ತಂಪಾದ ಪಶ್ಚಿಮ ತೀರ ಪ್ರದೇಶಗಳೂ .... ಅವಪಾತ ತೇವವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ" (ಪು. 78). ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಲ್ಲ.

ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಷಯ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳದ್ದು. ಪ್ರಕೃತ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಹೆಣೆದುಕೊಂಡಿರುವ

ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಭೂಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸೇರಿದುದು; ಇನ್ನೊಂದು ಭೂವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದ್ದು. ಭೂಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಗದ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿವೆ. ಆದರೆ ಭೂವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಗದ ಶಬ್ದಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂನ್ಯತೆಗಳಿವೆ. Sedimentary rock ಎಂಬುದಕ್ಕೆ 'ಕಣಶಿಲೆ' ಎಂಬ ಪದವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅದಕ್ಕೆ 'ಜಲಜಶಿಲೆ' ಎಂಬ ಪದವು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಹಾಗೆಯೇ Metomorphic rock ಎಂಬುದಕ್ಕೆ 'ರೂಪಾಂತರಿತ ಶಿಲೆ' ಎನ್ನುವುದಕ್ಕಿಂತ 'ರೂಪಾಂತರಶಿಲೆ' ಎಂಬುದು, Plutonic rock ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ 'ಅದೋಪತನ ಶಿಲೆ' ಎನ್ನುವುದಕ್ಕಿಂತ 'ಅಂತರಾಗ್ನಿಶಿಲೆ' ಎನ್ನುವುದು, Hypabyssal rock ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ 'ಅಂತರ್ಗತಶಿಲೆ' ಎನ್ನುವುದಕ್ಕಿಂತ 'ಮಧ್ಯಂತರಶಿಲೆ' ಎನ್ನುವುದು, Lava ಮತ್ತು Magma ಎಂಬುವುಗಳೆರಡಕ್ಕೂ 'ಶಿಲಾರಸ' ಎನ್ನುವುದಕ್ಕಿಂತ 'ಶಿಲಾಗಸ' ಮತ್ತು 'ಶಿಲಾಪಾಕ' ಎಂಬ ಪದಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ತವಾದ ಪದಗಳು. ಕೆಲವು ನಾಮಪದಗಳಿಗೆ ಶ್ರೀ ಪ್ರಸಾದರು ತೊಡಕಾದ ಕನ್ನಡ ಪದಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, Quartzite ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾದ 'ಸ್ಫಟಿಕ ಶಿಲೆ', Shale ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ 'ರೇವೆಗಲ್ಲು ಮತ್ತು 'Conglomarate' ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ "ಉಂಡೆಯಾದ ಮುದ್ದೆಗಟ್ಟು ಶಿಲೆ" ಎಂದು. ಅದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಜೈಟ್, ಶೇಲು ಮತ್ತು ಕನ್ಗ್ಲಾಮರೇಟು ಎಂಬ ಪದಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸರಿಯಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಸುಲಭವಾಗಿದೆ. ಹಾಗೆಯೆ 'Sial' 'Sima' ಮತ್ತು 'Nife' ಎಂಬ ರಚಿತ ಪದಗಳಿಗೆ ಕನ್ನಡ ಪದಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವುದಕ್ಕಿಂತ ಅವುಗಳನ್ನೇ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ 'ಸಯಾಲ್' 'ಸೈಮಾ' ಮತ್ತು 'ನೀಫೆ', ಎಂದು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಅರ್ಥ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಶ್ರೀ ಪ್ರಸಾದರು ಈ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ತಾವೇ ಸ್ವಂತವಾಗಿ ಪದಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವ ತೊಂದರೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕಿಂತ, ಕನ್ನಡ ಭೂವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದರೆ ಈ ತೊಡಕಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ!

ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಕೆಲವು ತಪ್ಪುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿವೆ. ಅವು ಓದುಗರ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯದೆ ಇರಲಾರವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: "ಕಾವಳ ಬೀಳುವಾಗ ಅತಿ ಸಮೀಪದ ವಸ್ತುವೂ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಕೇವಲ ಒಂದು ಕಿಲೋಮೀಟರು ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಮಾತ್ರ ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ" (ಪು. 75. ಸಾಲು 6–10). "ಮಂಜು ಬೀಳುತ್ತಿರುವಾಗ ಕೇವಲ ಎರಡು ಕಿಲೋಮೀಟರುಗಳ ದೂರ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ" (ಪು. 75, ಸಾಲು 15–17). 38–ಧೌಂಧರ್ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಜಲಪಾತದ ಮೇಲೆ ನರ್ಮದಾ ನದಿಯು 20

ಕಿಲೋಮೀಟರುಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ಅಗಲವುಳ್ಳ ಕಮರಿಯಲ್ಲಿ 3 ಕಿಲೋಮೀಟರುಗಳ ದೂರ ಹರಿಯುತ್ತದೆ". ದಪ್ಪಕ್ಷರವಿರುವ ಕಡೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ 'ಕಿಲೋ' ಎಂಬ ಪದವು ಹೇಗೋ ಸೇರಿಕೊಂಡು ಅರ್ಥವನ್ನು ಅವಾಂತರ ಮಾಡಿದೆ! ಅಲ್ಲೆಲ್ಲ 'ಕಿಲೋ' ಪದ ಬಿಟ್ಟು ಓದಿದರೆ ಸರಿಯಾಗಿದೆ. ಹಾಗೆಯೇ "345 ದಿವಸಗಳ ಚಾಂದ್ರಮಾನ ಸಂವತ್ಸರವೇ ಹಿಜ್ರಿ ಶಕೆಯ ಮೂಲ" (19, ಸಾಲು 6–7). '345 ದಿವಸಗಳಿ'ಗೆ ಬದಲು '355 ದಿವಸಗಳು' ಎಂದಿರಬೇಕು. ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ಗಮನಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಬಹುದಿತ್ತು. ಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟು ಗಮನ ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

ರೇಖಾ ಚಿತ್ರಗಳ ಅಂಗವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಇಂಗ್ಲೀಷು. ಇದು ಪುಸ್ತಕದ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಚಾರ. ಆದರೂ ಅದು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದಿದ್ದರೆ ಚೆನ್ನಾಗಿತ್ತೆಂದು ನನ್ನ ಭಾವನೆ.

ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಭೂಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಭೂ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈ ಗ್ರಂಥವು ಬಹಳ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ.

—ಎಸ್. ವರದರಾಜನ್

ಪೃಥ್ವಿ ಮತ್ತು ಜೀವಿಗಳ ರೂಪಾಂತರ; ಕರ್ನಾಟಕ ವಿವಿ, ಉಪನ್ಯಾಸಮಾಲೆ–105; ಲೇಖಕರು: ಎಂ. ಎಸ್. ಎಸ್. ರಾವ್; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ, ಆಗಸ್ಟ್ 1970; ಪುಟಗಳು: viii + 62; ಬೆಲೆ: 25 ಪೈಸೆ.

ಪುಸ್ತಕದ ಶಿರೋನಾಮೆಯಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವ ಗೊಂದಲ ಪುಸ್ತಕದ ಕೊನೆಯ ಪುಟದವರೆಗೂ ಉಳಿದುಕೊಂಡೇ ಹೋಗುವುದು ಈ ಪುಸ್ತಕದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ. ಲೇಖನದ ಮೂಲ ಉದ್ದೇಶ—ಈ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಜೀವಿಗಳ ಉಗಮವಾದುದು ಹೇಗೆ, ಅವುಗಳು ಇಂದಿನವರೆಗೆ ಯಾವ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸಗೊಂಡಿವೆ, ಅದಕ್ಕೆ ಕಾರಣಗಳೇನು ಎಂದು ವಿವರಿಸುವುದು. ಉದ್ದೇಶ ಒಳ್ಳೆಯದೇ; ಅದನ್ನು ಹೇಳುವ ಉತ್ಸಾಹವೂ ಪ್ರಶಂಸಾರ್ಹವೇ. ಆದರೆ ಅಷ್ಟೇ ಸಾಲದು. ಅದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಶ್ರಮವೂ ಶ್ರದ್ಧೆಯೂ ಬೇಕು. ಅದರಲ್ಲೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಬರೆಯುವಾಗ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯೂ ಬೇಕು. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಗೆ ಅಪಚಾರವೆಸಗಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ಓದುಗರನ್ನು ತಪ್ಪು ಹಾದಿಗೆ ಬಿಟ್ಟಂತಾಗುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಈ ಪುಸ್ತಕ. 'ರೂಪಾಂತರ' ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ metamorphosisನ ತರ್ಜುಮೆ. ಅದು evolution ಅನ್ನುವ ಪದಕ್ಕಾಗಲೀ origin ಎನ್ನುವುದಕ್ಕಾಗಲೀ ಅಲ್ಲ.

ವಿಕಾಸದ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಜೀವಿಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಿರಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಹಾಕಿರುವ ಕಾಲವೇ ಸುಮಾರು 1200 ಮಿಲಿಯನ್ (120 ಕೋಟಿ) ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಹಿಂದೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿದಿರುವಾಗ, ಲೇಖಕರು 'ಭೂಮಿಯ ವಯಸ್ಸು ಕನಿಷ್ಟ 1–2 ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಾಗಿರಬೇಕು' ಎಂದು ಹೇಳಿ ಎಡವಿದ್ದಾರೆ. ಅದು ಸಾಲದೆಂಬಂತೆ 'ಈ ಲೆಖ್ಖಾಚಾರ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಸರಿಯೋ ತಪ್ಪೋ ಎನ್ನುವುದು ಅಷ್ಟು ಮಹತ್ವದ್ದಲ್ಲ' ಎನ್ನುವ ಧೋರಣೆ ಬೇರೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ, 'ಈ ಪೃಥ್ವಿ ಎಂಬುದು ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಅತ್ಯಂತ ಪುರಾತನವಾದುದು ಎಂಬುದು ಮಾತ್ರ ಖಚಿತವಾಗಿದೆ' ಎಂದು ನಮ್ಮನ್ನು ದಿಗ್ಭ್ರಮೆಗೊಳಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಷ್ಟೆಲ್ಲ ಗೊಂದಲಮಯ ಬರಹ 3ನೇ ಪುಟದಲ್ಲೇ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವುದರಿಂದ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದು ಅನಗತ್ಯ.

ಲೇಖನದುದ್ದಕ್ಕೂ ಕಂಡುಬರುವ ಕೆಲವೊಂದು ಅಸಮರ್ಪಕತೆಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿದರೆ ಸಾಕು.

1. ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳ ತಪ್ಪು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳು :

ಆರ್ತ ಪಾಡ್ (Arthropad ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ)
ಟ್ರೈಲೊ ಬೈಟ್ (Trilobite)
ಡೈನೊ ಸಾರ್ಸ್ (Dinosaurs)

2. ಸಮಾನಾರ್ಥ ಕೊಡುವ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಬಳಸಿರುವ ರೀತಿ: ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳಿಗೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಜನ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಪದವನ್ನು ಕೊಡುವ ಬದಲು, **ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರದ** ಹಾಗೂ ಇನ್ನೂ **ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾಗಿರುವ** ಹಲವಾರು ಪದಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರ ಔಚಿತ್ಯವೇನು? ಹಾಗೊಂದು ವೇಳೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಪುಸ್ತಕದುದ್ದಕ್ಕೂ ಹತ್ತಾರು ಸಲ ಬರೆಯಬೇಕೆ? ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಲೇಖಕರು ಕೊಡುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಬ್ದಗಳು ತಪ್ಪರ್ಥವನ್ನೂ ಕೊಡುವುವಲ್ಲ!

a : ಜೀವಾವಶೇಷ ಅಥವಾ ನ್ಯಸ್ತಶೇಷ ಅಥವಾ ಪಳಿಯುಳಿಕೆಗಳು
b : ಪುರಾತನ ಅಥವಾ ಪ್ರಾಚೀನ
c : ಇತಿಹಾಸ ಅಥವಾ ಐತಿಹ್ಯ
d : ಪುಸ್ತಕ ಇಲ್ಲವೆ ಗ್ರಂಥ
e : ಸಂಪುಟ ಅಥವಾ ಸಂಚಿಕೆ
f : ಅವಧಿ ಅಥವಾ ಕಾಲ
g : ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಅಂತರ್ಧಾನವಾಗುತ್ತ ಇಲ್ಲವೆ ನಿರ್ನಾಮವಾಗುತ್ತ....

h : ಪೈಪೋಟಿ ಅಥವಾ ಸ್ಪರ್ಧೆ
i : ಕುಂದುಕೊರತೆ ಅಥವಾ ನ್ಯೂನತೆ

ಸಾಕಲ್ಲವೆ?

3. ಕನ್ನಡೀಕರಣಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ:
ಅರಣ್ಯದ ಕಾನೂನು (Law of the jungle)

4. ತಪ್ಪು ಕಾಗುಣಿತ:
'ಸ್ತರ'ಕ್ಕೆ 'ಸ್ಥರ'
'ಶತ್ರು'ಗೆ 'ಶತೃ'
'ಟೆರಿಡೊಫೈಟ್'ಗೆ 'ಪ್ಟೆರಿಡೋಫೈಟ್'

5. ಲೇಖಕರ ಭಾಷೆಗೊಂದು ನಿದರ್ಶನ:
'....ಏಕೆಂದರೆ, ಪಳಿಯುಳಿಕೆಗಳು ಅಥವಾ ನ್ಯಸ್ತಶೇಷಗಳು ಅಥವಾ ಜೀವಾವಶೇಷಗಳು ಒಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಜೀವವಾಗಿದ್ದವು. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳು ಇಂದಿನ ಜೀವರಾಶಿಗಳಂತೆಯೇ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದಾಗಿವೆ. ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಅವು ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಹೂತುಹೋದಾಗ, ಅವೆಲ್ಲ ಶಿಲಾ ಪದರುಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಗಿಹೋದವು. ಮಣ್ಣಿನ ಧಾತುಗಳು ಜೀವ (ಕೋಶ) ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಹೋಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಾಗ, ಅವು ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಪಳಿಯುಳಿಕೆಗಳಾದುವಷ್ಟೆ!' (ಪುಟ 7)

ಕನ್ನಡದ ಬಗ್ಗೆ ಅಭಿಮಾನ, ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಸಾಹಿತ್ಯ ಹೆಚ್ಚುಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬರುವ ಮೂಲಕ ನಮ್ಮ ಭಾಷೆ ಬೆಳೆಯಬೇಕು ಎನ್ನುವ ಆಸೆ ಒಪ್ಪತಕ್ಕದ್ದು, ನಿಜ. ಆದರೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿದ್ವತ್ತು, ಭಾಷಾಜ್ಞಾನ, ಶ್ರಮ, ನಿಷ್ಠೆ ಇತ್ಯಾದಿ ಸಲಕರಣೆಯೊಂದಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವುದು ಆರೋಗ್ಯಕರ. ಇವಿಲ್ಲದ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಹೊರೆಹೊರೆಯಾಗಿ ಹೊರಬೀಳಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರೆ, ಕನ್ನಡದ ಉದ್ಧಾರವಾಗುವುದರ ಬದಲು ಅದರ ಅವನತಿಯಾದೀತು.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಂಥ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯುತವಾದ ಸಂಸ್ಥೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಅಚ್ಚು ಹಾಕುವಾಗ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದಿರುವುದು ಅವಶ್ಯಕ. ಅಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಹಣ ಪೋಲಾಗುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ನಾಳಿನ ಪೀಳಿಗೆಗೆ ಅಪಕಾರವೆಸಗಿದಂತಾಗುವುದು.

—ಕೆ. ಸದಾಶಿವ

ಅಣುವಿಜ್ಞಾನಿ ಭಾಭಾ; ಲೇಖಕರು: ಹರಿಚರಣ; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಸಮೀರ ಸಾಹಿತ್ಯ ಕುಟೀರ, ತ್ಯಾಗರಾಜನಗರ, ಬೆಂಗಳೂರು 28, 1970; ಪುಟಗಳು: 24; ಬೆಲೆ: 60 ಪೈಸೆ

ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನಿ ಭಾಭಾ ಎಂಬ ಶೀರ್ಷಿಕೆ ಕೊಡಬೇಕಾಗಿದ್ದ, ಆದರೆ **ಅಣು ವಿಜ್ಞಾನಿ ಭಾಭಾ** ಎಂಬ ಶೀರ್ಷಿಕೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಈ ಕಿರು ಹೊತ್ತಗೆಯನ್ನು ರಚಿಸಿರುವವರು ಹರಿಚರಣ. ಈ ಪುಟ್ಟ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ಮಾಡಿ, ಮೊದಲನೆಯದರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಭಾಭಾರವರ ಬಾಲ್ಯ ಹಾಗೂ ಪ್ರೌಢ ಜೀವಿತದ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವರು ಸಾಧಿಸಿದ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ, ಎರಡನೆ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ 'ಅಪ್ಸರ' ವಿಷಯದ ಒಂದು ಕನಸಿನ ಕಥೆ ಪೂರ್ಣ ನನಸಾದ ರೀತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ದಪ್ಪ ಅಕ್ಷರಗಳಲ್ಲಿ, ಸರಳ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರೆದಿರುವ ಈ ಪುಸ್ತಕ ಚಿಕ್ಕ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಬರೆದುದಾಗಿದೆ. ಲೇಖಕರು ಭಾಭಾರವರ ಬಾಲ್ಯದಲ್ಲಿ ಅವರ ಮನೆಯ ವಾತಾವರಣವು ಅವರ ಮೇಲೆ ಉಂಟು ಮಾಡಿದ ಪರಿಣಾಮ, ಅವರ ಸಂಗೀತಾಭಿರುಚಿ, ಚಿತ್ರಕಲಾಪ್ರೇಮ, ಪುಸ್ತಕ ಓದುವ ಗೀಳು ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು ಲಿಯಾನಾರ್ಡೊ ಡಾ ವಿಂಚಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿರುವುದು ಮತ್ತು ಅವರ ಪ್ರೌಢ ವ್ಯಾಸಂಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಹೆಸರಾಂತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅವರಿಗೆ ಗುರುಗಳಾಗಿದ್ದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿರುವುದು ಸೂಕ್ತವಾಗಿವೆ.

ಭಾಭಾರವರ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರವಾದ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯದ ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಕೈಹಾಕದೆ, ಲೇಖಕರು ಕೇವಲ ಮನೆಯ ವಾತಾವರಣ, ಪ್ರಕೃತಿ ರಮ್ಯತೆ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿವರಿಸುತ್ತಾ ಭಾಭಾರವರ ಜೀವನ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ನಾಲ್ಕನೆ ಪುಟದಲ್ಲಿ "ಭಾಭಾ ಅವರು ಅಣು ಪರಮಾಣು ಬೀಜ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಒಡೆದರು! ಯಾರಿಗೂ ತಿಳಿಯದ ಅಣುಗುಟ್ಟನ್ನು ರಟ್ಟುಮಾಡಿದರು" ಎಂದಿರುವ ವಾಕ್ಯಗಳು ಅರ್ಥರಹಿತವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಮೊದಲನೆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಭಾಭಾರವರ ಸೌಂದರ್ಯೋಪಾಸನೆ, ರಾಷ್ಟ್ರಪ್ರೇಮ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ಅವರ ಮಾನವೀಯತೆ, ಇವುಗಳನ್ನು ಸುಂದರ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿರುವುದು ಚೆನ್ನಾಗಿದೆ.

ಎರಡನೆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಶ್ರೀಯುತರು 'ಅಪ್ಸರ'ರಿಯಾಕ್ಟರು ವಿಷಯ ತಿಳಿಸಲು ಅಪ್ಸರ ಎಂಬ ಹುಡುಗಿಯ ಕನಸನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡಿರುವುದು ತುಂಬಾ ಆಭಾಸವೆಂಬುದು ನನ್ನ ವೈಯುಕ್ತಿಕ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದುಂಟಾಗುವ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು "ಶೈತ್ಯ ಶಾಖ'ವೆಂದು ಕರೆದಿರುವುದು ಕೇವಲ ಅಲಂಕಾರಿಕ .... ಈ ವಿಕಿರಣ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು "ದೃಕ್, ಶ್ರವಣ ವಾಕ್ ಮಾನಸ ಅಗೋಚರ" ಎಂದು ದೇವರಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿರುವುದು ಅಸಂಬದ್ಧವೆನಿಸುವುದು.

ಸರಳ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರೆದಿರುವ ಈ ಪುಸ್ತಕ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಸುಲಭ ಬೆಲೆಗೆ ದೊರಕುವಂತಾಗಿ ಭಾಭಾರವರ ವೈವಿಧ್ಯ ಪೂರ್ಣ ಜೀವನದ ಸ್ಥೂಲ ಪರಿಚಯಕ್ಕೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವುದು ಎಂದಷ್ಟೇ ಹೇಳಬಹುದು.

—ಪಿ. ವೆಂಕಟರಾಮಯ್ಯ

ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಿಚಯು, ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಪಠ್ಯ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ 11; ಲೇಖಕರು: ಪಿ. ಎಸ್. ಚಿಕ್ಕಣ್ಣಯ್ಯ ಮತ್ತು ಎಂ. ಎಸ್. ಎಸ್. ರಾವ್; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ, 1970; ಪುಟಗಳು: viii+352; ಬೆಲೆ: ರೂ. 5-50.

ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಿಚಯುವನ್ನು ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದವರು ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಪಠ್ಯ ಪುಸ್ತಕ ಸಂಪಾದಕ ಸಮಿತಿಯ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಬರೆಸಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕ ವಿಶ್ವ ವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪ್ರಿ-ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿಯ 1971ನೆ ಇಸವಿಗೆ ಹಿಂದೆ ಇದ್ದ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಬರೆಯಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಭಾಷೆ ಸರಳವಾಗಿ ವಿಷಯ ಸುಲಭವಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸುವಂತಿದೆ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಭಾಷೆಯ ಪದ ಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಕೆಲವು ಪದಗಳನ್ನು ಅನುವಾದಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇಂತಹ ಕೆಲವೆಡೆ ವಿಷಯ ನಿರೂಪಣೆ ತಪ್ಪುಗ್ರಹಿಕೆಗೆಡೆಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ: Osmosis = ದ್ರವವಿನಿಮಯ ಕ್ರಿಯೆ; Semipermeable membrane = ಅರೆ ಪ್ರವೇಶಿಕ ಪೊರೆ; Heterogamous= ವಿಜಾತಿಯ; Ovule = ಅಂಡ; ಈ ಕನ್ನಡ ಪದಗಳು ಸರಿಯಾದ ಅರ್ಥ ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಕೆಲವು ಭಿನ್ನ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳಿಗೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಪದ ಉಪಯೋಗಿ ಸಿದ್ದಾರೆ. ಉದಾ: Fibrous root System = ಆಗಂತುಕ ಬೇರುಗಳು; Adventitious root System = ಆಗಂತುಕ ಬೇರುಗಳು.

ಒಂದೇ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಕ್ಕೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪದ ಉಪಯೋಗಿ ಸಿದ್ದಾರೆ. Transpiration = ಬಾಷ್ಪೀಭವನ ಕ್ರಿಯೆ, ಬಾಷ್ಪ ವಿಸರ್ಜನ ಕ್ರಿಯೆ; Anatomy = ಅಂತರ್ ರಚನಾಶಾಸ್ತ್ರ, ಅಂಗ ರಚನಾಶಾಸ್ತ್ರ; Nucleus = ಕಣ ಬೀಜ, ಕಣಕೇಂದ್ರ; Resting Stage = ವಿರಾಮಾವಧಿ, ಸುಪ್ತಾವಸ್ಥೆ; ಒಂದು ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಕ್ಕೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪದಗಳಿದ್ದರೂ, ಆ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿ, ವಿಷಯ ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಪದವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಮೇಲು.

ವಿಷಯ ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಕೆಲವು ತಪ್ಪುಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ.

ಉದಾ: "ಬೇರಿನ ಮುಚ್ಚಳ ವಲಯ (Root cap) ಬೇರುಗಳು ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿಯೇ ಇರಲಿ, ನೀರಿನಲ್ಲಿಯೇ ಇರಲಿ, ಎಲ್ಲಾ ಎಳೆಯ ಬೇರುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ" ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಸ್ಯದ ಬೇರಿನಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಳ ವಲಯ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಲವುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಮುಚ್ಚಳ (Root pocket) ವಿರುತ್ತದೆ. ಪೊದೆ ಮತ್ತು ಮರಗಳಲ್ಲಿ ಶುಷ್ಕಕಾಂಡವಿರುವಂತೆ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಶುಷ್ಕದ ಅರ್ಥ ಒಣಗಿದ್ದು ಎಂದಾದರೆ ತಪ್ಪು ಅರ್ಥ ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಅಂಜೂರ

ದಲ್ಲಿ ಸೇವನೆಗೆ ಯೋಗ್ಯವಾದ ಭಾಗವೆಂದರೆ ರಸಭರಿತದ ಪೆಡಂಕಲ್, ಕಿರಿಫಲ ಗಳು ಮತ್ತು ಒಳಗಿರುವ ರಸಭರಿತ ಬೀಜಗಳು ಎಂದಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಬೀಜಗಳು ರಸಭರಿತವಾಗಿಲ್ಲ.

ಮುದ್ರಾರಾಕ್ಷಸನ ದೋಷಗಳು ಹೇರಳವಾಗಿವೆ. ಪುಸ್ತಕ ಅಂದವಾಗಿ ಅನೇಕ ಚಿತ್ರಗಳೊಡನೆ ಮುದ್ರಿತವಾಗಿದೆ. ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಿಚಯ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಹೊರತಂದಿರುವುದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಮೆಚ್ಚತಕ್ಕ ಕಾರ್ಯ.

—ಎಚ್. ಎನ್. ಚಾಮಯ್ಯ

ಸಾದರ ಸ್ವೀಕಾರ

ನಾಗನ ಮನೆಯ ನಂದಾದೀಪ; ಲೇಖಕರು: ಡಾ. ಎಂ. ಎಸ್. ವೆಂಕಟರಾಮಯ್ಯ; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಸಂಸ್ಥಾನದ ವಯಸ್ಕರ ಶಿಕ್ಷಣ ಸಮಿತಿ, ಮೈಸೂರು–1968; ಪುಟಗಳು: 44; ಬೆಲೆ: ರೂ. 1–00.

ಹಿರಿ ಒಡಲ ಹಿರಿಮೆ; ಲೇಖಕರು: ಹರಿಚರಣ; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಸಮೀರ ಸಾಹಿತ್ಯ ಕುಟೀರ, ತ್ಯಾಗರಾಜನಗರ, ಬೆಂಗಳೂರು–28, 1969; ಪುಟಗಳು: iv+18; ಬೆಲೆ: ರೂ. 1–00.

ಪಕ್ಷಿಗಳು: ಲೇಖಕರು: ಜಿ. ವಿ. ಬಿ. ನಾಯ್ಡು ಮತ್ತು ಚಂದ್ರಾ ಬಿ. ನಾಯ್ಡು; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಮೈಸೂರು–6, 1970; ಪುಟಗಳು: xii+272; ಬೆಲೆ: ಸಾಧಾರಣ ಪ್ರತಿ: ರೂ. 9–00, ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ: ರೂ. 11-00

ಕಿಣ್ವಗಳು, ಮೈಸೂರು ವಿ.ವಿ. ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸಮಾಲೆ–174; ಲೇಖಕರು: ಡಾ. ಎಚ್. ಎಸ್. ಶೇಷಾದ್ರಿ; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಮೈಸೂರು–6, 1970; ಪುಟಗಳು: vi+61; ಬೆಲೆ: ಸಾಧಾರಣ ಪ್ರತಿ: 25 ಪೈಸೆ, ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ: 37 ಪೈಸೆ.

ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳು; ಲೇಖಕರು: (ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮೂಲ) ಜಾನ್ ಪೆರ್ರಿ, (ಅನುವಾದ) ಡಾ. ಎಸ್. ವಿ. ರಾಮರಾವ್; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಕಾಶನ, ಬೆಂಗಳೂರು–4, ನವೆಂಬರ್ 1970; ಪುಟಗಳು: v+172; ಬೆಲೆ: ರೂ. 2–30.

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ; ಲೇಖಕರು: (ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮೂಲ) ಇ. ಎನ್. ಡಸಿ. ಅಂಡ್ರಾಡೆ, (ಅನುವಾದ) ಆರ್. ಎಲ್. ನರಸಿಂಹಯ್ಯ ಮತ್ತು ಆರ್. ಎನ್. ಗೀತಾ; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಕಾಶನ, ಬೆಂಗಳೂರು-4, ನವೆಂಬರ್ 1970; ಪುಟಗಳು: xi+126; ಬೆಲೆ: ರೂ. 1–90.

ಪತ್ರವ್ಯವಹಾರ

ಪತ್ರ

ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ನಿಮ್ಮ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ನೀಡಬೇಕೆಂದು ಕೇಳಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇನೆ.

1. ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳೆಂದರೇನು? ಅವನ್ನು ಹೇಗೆ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ? ಅವುಗಳ ಗುಣಗಳೇನು?

2. ತಂತಿಗಳ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವುದು ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ? ಕಾರಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

3. ಮೈಕ್ರೊವೇವ್ ಹೇಗೆ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ? ಅದರ ಗುಣಗಳೇನು?

4. ಮೈಕ್ರೊವೇವ್‌ಗಳನ್ನು ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ (**Communication Systems**) ಯಾವರೀತಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ?

5. ಮೈಕ್ರೊವೇವ್ ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧನಗಳ ಒಂದಕ್ಕೊಂದರ ಮಧ್ಯದ ಅಂತರದ ಮಿತಿ ಎಷ್ಟು?

ಎ. ವಿ. ಬುದ್ಧನಾರಾಯಣಸ್ವಾಮಿ
ಆರ್. ಕೆ. ಎಮ್. ಟಿ. ಹಾಸ್ಟೆಲ್,
ರಾಜಾಜಿ ನಗರ, ಬೆಂಗಳೂರು–10

ಉತ್ತರಗಳು :

1. ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳೆಂದರೇನು? ಅವನ್ನು ಹೇಗೆ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ? ಅವುಗಳ ಗುಣಗಳೇನು?

ಲೇಸರ್ ಎಂಬ ಪದವು ಒಂದು ಪ್ರಥಮಾಕ್ಷರಿ; ಇಂಗ್ಲಿಷಿನ **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation** ಎಂಬ ಪದ ಸಮುಚ್ಚಯದ ಮೊದಲಕ್ಷರಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಕೂಡಿಸಿ ಪಡೆದ ಹೊಸಪದ. ವಿಸರಣದ ಪ್ರಚೋದಿತ ವಿಸರ್ಜನೆಯಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ವರ್ಧನವನ್ನು "ವಿಪ್ರವಿಬೆವ" ಎಂದು ಕರೆದಂತೆ.

ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪದಾರ್ಥ ಜ್ವಲಿಸುವಂತೆ ಅದನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಅನೇಕ ಅಣುಗಳು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಉದ್ರಿಕ್ತಸ್ಥಿತಿಗೆ ಏರುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಣುವೂ ಕೆಲಕಾಲದ ಮೇಲೆ ಸಹಜಸ್ಥಿತಿಗೆ

ಧುಮುಕಿ ಬೆಳಕಿನ ಒಂದು ತೆನೆಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ತೆನೆಗಳ ಸಮೂಹವೇ ಬೆಳಕು. ಉದ್ರಿಕ್ತ ಅಣುಗಳು ಸಹಜಸ್ಥಿತಿಗೆ ಧುಮುಕುವಾಗ ಒಂದೇಬಾರಿಗೆ ಧುಮುಕುವುದಿಲ್ಲ, ಅವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಾಲಾನಂತರ ಸಹಜಸ್ಥಿತಿಗೆ ಧುಮುಕುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉದ್ರಿಕ್ತಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸಹಜಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ. ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆಯುವಾಗ ಮೊದಲು ಪದಾರ್ಥದ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಸಹಜವಾಗಿರುವ ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ವಿಪರ್ಯಯಗೊಳಿಸುತ್ತೇವೆ. ಆಮೇಲೆ ಉದ್ರಿಕ್ತಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಣುವೂ ತಾನೇತಾನಾಗಿ ಬೀಳುವುದಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆ, ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಥೊಪಕ್ಕನೆ ಬೀಳಿಸುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ತೆನೆಯೂ ರಚನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಬೆರೆಯುವುದರಿಂದ ಬೆಳಕು ಒಂದು ದೈತ್ಯತೆನೆಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ತೆನೆಯ ಆಯಸ್ಸು ಬಹಳ ಕಡಮೆ, 1 ಸೆಕೆಂಡಿನ, ಸುಮಾರು 1 ದಶಕೋಟಿ ಅಂಶದಷ್ಟು. ಹೀಗೆ ಸಿಡಿದು ಬಂದ ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕು ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕೆನಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಟ್ಟುಗೂಡುವುದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ಒಂದೇ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ ಇರುವಂತಹುದು; ಅಲ್ಲದೆ ಅದು ಒಂದೇ ನೇರದಲ್ಲಿ ಧಾವಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬೆಳಗಿನ ಕೋಲಿಗೆ ಬಹಳ ಶಕ್ತಿ ಇರುವುದರಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರ ಬೇಕಾದರೂ ಇದನ್ನು ಕಳುಹಿಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ಕೋಲೊಂದನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಬೀಳಿಸಿ ಅಲ್ಲಿನ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದ್ದಾರಲ್ಲದೆ, ಭೂಮಿಗೂ ಚಂದ್ರನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಅಳೆದಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಕೋಲು ಅಷ್ಟು ದೂರ, ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 2 ಲಕ್ಷ 38 ಸಾವಿರ ಮೈಲಿಗಳವರೆಗೆ ಓಡಿದ ಮೇಲೂ ಕೇವಲ 2 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಅಷ್ಟೆ. ಹೀಗೆ ಆಕಾಶಕಾಯದ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಪ್ರದೇಶಗಳಮೇಲೆ ಈ ತೆರನಾದ ಕೋಲನ್ನು ಬೀಳಿಸಿ, ಆ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಅರಿಯಬಹುದು. ಬಹಳ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಲೇಸರ್ ಕೋಲೊಂದನ್ನು ಲೋಹದಮೇಲೆ ಬೀಳಿಸಿದರೆ ಲೋಹವು ಕರಗಿ ಆವಿಯಾಗುವುದೂ ಉಂಟು. ಕರಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಎರಡು ಲೋಹಗಳನ್ನು ಬೆಸೆಯಲು ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದೆನಿಸುವ ಅನೇಕ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಲೇಸರ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಾಧಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಲೇಸರ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಎಂಬ ಒಂದು ಹೊಸ ಶಾಖೆಯನ್ನೇ ಈಚೆಗೆ ಬೆಳೆಸಿದ್ದಾರೆ.

ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳಿದರೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಸ್ತುಗಳಿಗಿರುವ ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಗುಣಗಳು ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸುಲಭಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಲೇಸರಾಗಿ ಬಳಸಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ.

[ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಗಳಿಗೆ ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ, ಚಿನ್ನದ ಸಂಚಿಕೆ, ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಶೇಷಾಂಕ, ಪುಟ 973ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ವಿಸ್ತೃತ ಲೇಖನವನ್ನು ಓದಬಹುದು—ಸಂ.]

2. ತಂತಿಗಳ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವುದು ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ? ಕಾರಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ವರ್ಗಾವಣೆಯಾಗುವುದು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ಮೂಲಕ; ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪಗಳನ್ನು ಹತ್ತಿಸಲು ಬಳಸುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಂತೆ ಪ್ರಸಾರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರೇಷಣ ಕೇಂದ್ರ (Transmitting station) ಗಳಲ್ಲಿ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಅನುರೂಪವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿ, ಏರಿಯಲ್ ಮೂಲಕ ಅವುಗಳನ್ನು ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಆಚೆಗೆ ದೂಡುತ್ತೇವೆ. ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ವಾಹನವಾಗಿರುವ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಯನ್ನು ವಾಹಕ ಅಲೆ(carrier wave) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರೇಷಣ ಕೇಂದ್ರವು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ಅಲೆಯುದ್ದ (wave length) ಇಷ್ಟೇ ಎಂದು ನಿಗದಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋವನ್ನು ಗೊತ್ತಾದ ಒಂದು ಅಲೆ ಯುದ್ದಕ್ಕೆ (wave length) ಶ್ರುತಿಮಾಡಿದಾಗ, ಅದೇ ಅಲೆಯುದ್ದವಿರುವ ಅಧ್ಯಾ ರೋಪಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಗ್ರಹಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಕವಾಟಗಳು (valves) ವಾಹಕ ಅಲೆಯನ್ನು ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಅವನ್ನು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಿ ಮೈಕ್ರೋಫೋನ್‌ಗೆ ಉಣಿಸುತ್ತವೆ. ಆಗ ನಾವು ಶಬ್ದವನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ಶಬ್ದವನ್ನು ಪ್ರಸಾರಮಾಡಲು ಯಾವುದಾದರೂ ಅಲೆಯುದ್ದವುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಯನ್ನು ವಾಹಕ ಅಲೆಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಲೇಸರ್ ಕೊಡುವ ಬೆಳಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಯಾದುದರಿಂದ ಅದರಿಂದಲೂ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವುದು ತತ್ವಶಃ ಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ಇದರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋ ಗಿಕವಾದ ಅನೇಕ ತೊಡಕುಗಳುಂಟು.

(i) ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಲೇಸರ್ ಕೊಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಅಲೆಯುದ್ಧವು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ, ಸುಮಾರು 1 ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ದಶಕೋಟ್ಯಂಶ ದಷ್ಟು. ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನು ವಾಹಕ ಅಲೆಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಶಬ್ದಕ್ಕನು ಗುಣವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟ; ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದರೂ, ವಾಹಕ ಅಲೆಯನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸು ವಂತೆ ರೇಡಿಯೋಗಳನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಇದೂ ಬಹಳ ಕಷ್ಟವಾದ ವಿಷಯ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಇದುವರೆಗೂ ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಿಲ್ಲ.

(ii) ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಒಂದು ಪ್ರೇಷಣ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದರಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಅಲೆಯುದ್ದವು ಅತ್ಯಂತ ಅಲ್ಪವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಪ ವಿಸ್ತಾರವುಳ್ಳ ಜಾಗದಲ್ಲಿಯೇ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಎಲ್ಲಾ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೂ ಸ್ಥಳವನ್ನೇನೋ ಕೊಡಬಹುದು. ಆದರೆ ರೇಡಿಯೋವನ್ನು ಒಂದು ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ನಿಖರವಾಗಿ ಶ್ರುತಿ

ಮಾಡಿದಾಗ ಮತ್ತೊಂದರಿಂದ ಬರುವ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಅದು ಗ್ರಹಿಸದಿರುವಂತೆ ರೇಡಿಯೋವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು ಬಹಳ ಕಷ್ಟ.

(iii) ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ಮಿಗಿಲಾದ ಒಂದು ವಿಷಯವೆಂದರೆ, ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುಗಟ್ಟಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಅಥವಾ ಅಯಾಣುಗಳ ಪದರವು ಯಾವುದೇ ಪ್ರೇಷಣ ಕೇಂದ್ರವು ಪ್ರಸಾರಮಾಡುವ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಪುನಃ ಭೂಮಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿ ಪ್ರಸಾರವನ್ನು ಸಾಧ್ಯಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಆ ಅಯಾಣುಗಳ ಪದರವು ಇಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಗೊತ್ತಾದ ಒಂದು ನೇರದಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಬಹುದೇ ವಿನಾ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವಂತೆ ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ ಪ್ರಸಾರಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಈ ತೊಂದರೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ನಿವಾರಿಸಿದರೆ, ಲೇಸರ್ ಅಲೆಗಳ ಮೂಲಕ ಸಮಾಚಾರಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಬಹುದು. ಈ ತೊಂದರೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಇದುವರೆಗೂ ಆಗಿಲ್ಲ. ಮುಂದಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸಫಲಗೊಳಿಸಬೇಕು.

3. ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ? ಮತ್ತು ಇದರ ಗುಣಗಳೇನು?

ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳನ್ನು ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಕ್ಲೈಸ್ಟ್ರಾನ್ ಎಂಬ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಬಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾದರೂ ಇವುಗಳ ಮೂಲ ತತ್ವ ಒಂದೇ. ಒಂದು ಕೊಳಲಿನ ಮೂಲಕ ಗಾಳಿಯನ್ನೂದಿದಾಗ ಅದರ ಕೊಳವೆಯು ತನ್ನ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಕಂಪನಾಂಕ (Natural frequency)ದಿಂದ ಅನುನಾದಿಸುತ್ತದೆ. ವಾದ್ಯಗಾರ ಒಂದೆರಡು ಬೆರಳುಗಳನ್ನೆತ್ತಿದಾಗ ಕೊಳವೆಯ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಕಂಪನಾಂಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ವರ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ, ಊದುತ್ತಿರುವ ಗಾಳಿಯನ್ನು ವಿವಿಧ ಕಂಪನಗಳಲ್ಲಿ ಅನುನಾದಗೊಳಿಸಿ, ವಿವಿಧ ಸ್ವರಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದೂ ಹೀಗೆಯೇ. ಇಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ಬದಲು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಅನುನಾದ ಮಂದಿರ (Resonant cavity)ಗಳ ಮೂಲಕ ಅಥವಾ ಅವುಗಳ ಬಾಯಿಯ ಹತ್ತಿರ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಮಂದಿರದ ಅನುನಾದ ಕಂಪನವು (ಇಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ಕಂಪನ) ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ವೇವ್‌ಗೈಡ್ ಮೂಲಕ ಹೊರತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ.

ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳ ಕಂಪನಾಂಕಗಳು ಸುಮಾರು 600 ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ಲುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ತರಂಗದೂರಗಳು 50 ಸೆಂಟಿಮೀಟರು

ಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾಗುವ ಆಂಟೆನಾದ ಗಾತ್ರ ಹಾಳತವಾದುದು. ಅದನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದೂ ನಿರ್ವಹಿಸುವುದೂ ಕಾರ್ಯಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚು ತರಂಗದೂರಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಹರಡಿಹೋಗುತ್ತದೆ.

ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು ಅಯಾನಾವರಣದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ದೂರ ಪ್ರಸಾರಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳು ಅಯಾನಾವರಣವನ್ನು ತೂರಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ದಿಗಂತದವರೆವಿಗೆ (ಸುಮಾರು 22 ಮೈಲಿಗಳು) ಮಾತ್ರ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಹೊಂದಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೈಕ್ರೋವೇವ್ ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಪುನಃಪ್ರಸಾರ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳು ಅಯಾನಾವರಣವನ್ನು ತೂರಿಹೋಗುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಉಪಗ್ರಹ ಸಂಪರ್ಕಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

4. ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳನ್ನು ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವರೀತಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ?

ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆಯೋ ಹಾಗೆಯೇ ಮೈಕ್ರೋವೇವ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. (ಹಿಂದಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಯ ಉತ್ತರವನ್ನು ಓದಿಕೊಳ್ಳಿ)

5. ಮೈಕ್ರೋವೇವ್ ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧನಗಳ ಒಂದಕ್ಕೊಂದರ ಮಧ್ಯದ ಅಂತರದ ಮಿತಿ ಎಷ್ಟು?

ಪುನಃ ಪ್ರಸಾರ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಮಧ್ಯದ ದೂರವೆ? ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ಮೈಲಿ ಎಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆ.

[ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದ, ಮಾನಸ ಗಂಗೋತ್ರಿ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದ ಶ್ರೀ ಸಿ. ಕೆ. ವೆಂಕಟನರಸಿಂಹಯ್ಯ ಮತ್ತು ಶ್ರೀ ಕೆ. ಗೋಪಾಲ ಅವರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಕೃತಜ್ಞತೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ—ಸಂ.]

ನಮ್ಮ ಲೇಖನಗಾರರು

೧ ಎಚ್. ಜಿ. ಸುಬ್ಬರಾವ್; ಮೈಸೂರು ಯುವರಾಜಾ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು.

೨ ಪಿ. ಕೆ. ರಾಜಗೋಪಾಲ; ಮೈಸೂರು ಯುವರಾಜಾ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು.

೩ ಡಾ. ಕೆ. ನಾರಾಯಣರಾವ್; ಹಿಂದೆ ಏಳು ವರ್ಷಕಾಲ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದರು. ಈಗ ಬೊಂಬಾಯಿಯ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರು.

೪ ಸುಮಂಗಲ ಚಂದ್ರಶೇಖರಯ್ಯ ಮತ್ತು ಡಾ. ಎಂ. ಎಸ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರಯ್ಯ; ಬೊಂಬಾಯಿಯ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು. ಡಾ. ಚಂದ್ರಶೇಖರಯ್ಯನವರು ಹಿಂದೆ ಮೈಸೂರು ಮತ್ತು ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕ ವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿದ್ದವರು.

೫ ಎಚ್. ವಿ. ಕೃಷ್ಣ; ದಕ್ಷಿಣ ಕನ್ನಡದ ಮಣಿಪಾಲ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು.

೬ ಎಲ್. ಎನ್. ಚಕ್ರವರ್ತಿ; ಮೈಸೂರು ಯುವರಾಜಾ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್ ಮತ್ತು ಆ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರು.

೭ ಜಿ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್; ಮೈಸೂರು ಯುವರಾಜಾ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್, ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಇಂಗ್ಲಿಷ್–ಕನ್ನಡ ನಿಘಂಟುವಿನ ಸಂಪಾದಕರು.

೮ ಎನ್. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿ; ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್. ಆರ್. ಡಿ. ಇ. ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿ.

೯ ಡಾ. ಎಸ್. ವರದರಾಜನ್; ದೆಹಲಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಭೂವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್.

೧೦ ಕೆ. ಸದಾಶಿವ; ಮೈಸೂರಿನ ಜೆ. ಎಸ್. ಎಸ್. ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಣಿವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್.

೧೧ ಪಿ. ವೆಂಕಟರಾಮಯ್ಯ; ಮೈಸೂರಿನ ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಾಪಕ.

೧೨ ಎಚ್. ಎನ್. ಚಾಮಯ್ಯ; ಮೈಸೂರು ಯುವರಾಜಾ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್ ಮತ್ತು ಆ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರು.

Reg. No. R. N. 17176/69